



Comparación de cuatro protocolos anestésicos para ovariectomía canina en jornadas de esterilización masiva¶

Revista
Colombiana de
Ciencias
Pecuarias

Comparison between four anesthetic protocols for bitch neutering in ambulatory programs

Jairo A Peña^{1*}, MV, Esp.Clin.; Raúl A Sánchez¹, MV; Luis F Restrepo¹, Estad. Esp; John D Ruiz², MV, MS.

¹Grupo de investigación CENTAURO, Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. AA.1226, Medellín, Colombia.

²Grupo de investigación en Ciencias Animales INCA-CES, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES, Medellín, Colombia.
jalpeg@yahoo.es

(Recibido: 2 febrero, 2007; aceptado: 31 julio, 2007)

Resumen

En el presente estudio se evaluaron cuatro protocolos anestésicos para ovariectomía en veinte hembras caninas distribuidas al azar en cuatro grupos de cinco animales cada uno, y se asignó, al azar, un protocolo diferente a cada grupo. Todos los grupos evaluados recibieron xilacina, acepromacina y atropina en la preanestesia; adicionalmente, los grupos 3 y 4 recibieron ketamina. La inducción se llevó a cabo con ketamina en los grupos 1 y 4, o con propofol en los grupos 2 y 3. En cada caso se evaluaron tres variables anestésicas (periodo de latencia, duración de la anestesia y recuperación de la anestesia) y seis variables fisiológicas (temperatura corporal, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial diastólica y sistólica, saturación de oxígeno en sangre y bióxido de carbono en aire expirado). En todos los protocolos, la temperatura corporal estuvo en descenso, hasta un mínimo de 37 °C registrados en el protocolo 1. La frecuencia respiratoria tuvo grandes variaciones en los grupos 1 y 2 (sin ketamina en la premedicación) y fue más estable en el grupo 3 (propofol, sin ketamina) ($p < 0.05$). La frecuencia cardíaca estuvo ligeramente aumentada en los grupos 1 y 4 (ketamina sólo en inducción) y fue más estable en los demás grupos. La saturación de oxígeno en la sangre y la concentración de bióxido de carbono en aire expirado, presentaron un comportamiento estable, siempre dentro de los rangos fisiológicos. La presión arterial, tanto diastólica como sistólica, tuvo un comportamiento estable con el propofol, fue más alta con el uso de ketamina en preanestesia e inducción, y más inestable cuando se usó ketamina sólo en la inducción ($p < 0.05$). Las variables anestésicas no presentaron diferencias significativas. Con base en el juicio clínico y en los resultados de las variables fisiológicas, se concluye que el uso de ketamina en preanestesia, e inducción con propofol (protocolo 3), es la combinación anestésica más recomendable para este tipo de intervenciones.

Palabras clave: ketamina, latencia, propofol, protocolo, variable.

¶ Para citar este artículo: Peña JA, Sánchez RA, Restrepo LF, Ruiz JD. Comparación de cuatro protocolos anestésicos para ovariectomía canina en jornadas de esterilización masiva. Rev Col Cienc Pec 2007; 20:260-268.

* Autor para el envío de la correspondencia y la solicitud de separatas: Escuela de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. AA.1226, Medellín, Colombia. E-mail: jalpeg@yahoo.es

Summary

Four anesthetic protocols were evaluated for ovariohysterectomy in twenty female dogs. The bitches were randomly divided in four groups of five animals each and were assigned to one of four different anesthetic protocols. In all the protocols xylazine, acepromazine and atropine were included in preanesthesia; ketamine was added to groups 3 and 4 in premedication. Induction was made with ketamine in groups 1 and 4, or propofol in groups 2 and 3. Three anesthesiological variables (latency period, length of the anesthesia and recovery from anesthesia) and six physiological variables (body temperature, cardiac frequency, respiratory frequency, diastolic and systolic blood pressure, oxygen saturation in blood, carbon dioxide in exhaled air) were evaluated. For analysis of data a fully random - balanced fix effect - experimental design, with five replications for treatment was used. The Tukey test with 95% confidence intervals was used for analysis of quantitative variables. A unidirectional descriptive analysis was also used. Body temperature decreased up to 37 °C in all animals in group 1. The respiratory frequency showed a great variation, especially in groups 1 and 2 (without ketamine in premedication), being more stable in protocol 3 (propofol without ketamine) ($p < 0.05$). Cardiac frequency was slightly increased in group 1. Oxygen saturation in blood and carbon dioxide in exhaled air were stable and similar in all groups (within physiological limits). Systolic and diastolic blood pressures were stable with propofol, higher with ketamine in preanesthesia and induction, and unstable when ketamine was used in induction only. The anesthesiological variables evaluated did not show statistically significant differences among the four protocols. Based on the clinical behavior and on the physiological variables, it was concluded that, the use of ketamine and propofol (protocol 3) for preanesthesia and induction, respectively, is the best anesthetic combination for massive neutering of bitches.

Key words: *ketamine, latency, propofol, protocol.*

Introducción

La población canina en la ciudad de Medellín ha venido creciendo de manera gradual en los últimos años, de tal manera que para el año de 1983 había una población aproximada de 126.275 animales (16), y para 1993 (último censo en Medellín), la población canina se estimó en 180.021 caninos (1), con un incremento de 53.746 perros en 10 años (42.56%). Frente a este marcado incremento, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, creó el programa de control de natalidad canina y felina, que ha logrado esterilizar alrededor de 30.000 animales en los últimos cinco años (23). Durante todo este tiempo, en las distintas jornadas de esterilización, se ha usado una combinación anestésica compuesta por atropina, acepromacina, ketamina y xilacina en la premedicación y ketamina como agente inductor, siempre buscando conseguir condiciones ideales en este tipo de cirugías ambulatorias; esto es, buena relajación, períodos de anestesia cortos, recuperación rápida, fácil administración, bajos precios y rápida recuperación.

Aunque los resultados obtenidos a la fecha, en cuanto al comportamiento clínico de los pacientes, han sido satisfactorios, actualmente no se cuenta con estudios experimentales que respalden el uso de la combinación utilizada.

Con relación al protocolo anestésico utilizado, es importante recordar que: 1) la atropina, garantiza la reducción de la salivación y de las secreciones bronquiales, a la vez que previene la bradicardia, reduce la incidencia de vómito y disminuye la movilidad gastrointestinal (9, 20, 26), 2) con el uso de xilacina, se consigue analgesia y relajación muscular, gracias a sus efectos inhibitorios en el sistema nervioso central (2, 20, 26), 3) la acepromacina, aunque induce hipotermia, se incluye en esta mezcla por su actividad tranquilizadora y su efecto antiemético (3, 12, 31), y 4) la ketamina es usada como agente inductor y como preanestésico en algunos casos, entre cuyas características más importantes se destacan la inducción de una mínima depresión cardiovascular y respiratoria (22, 27, 32), la acción analgésica y el incremento de la

temperatura corporal, la presión sanguínea y el gasto cardiaco (10).

Además de los medicamentos que se han venido usando en las jornadas de esterilización, en este proyecto se decidió experimentar también con el propofol como agente inductor, ya que tiene un corto periodo anestésico y un rápido metabolismo hepático, lo que trae como consecuencia una rápida recuperación, con escaso efecto acumulativo (21). Estas propiedades hacen del propofol un agente muy importante para contribuir a las condiciones ideales de un protocolo anestésico en condiciones de esterilización masiva, dado que complementa y, de alguna manera, contrarresta efectos adversos de los otros agentes.

Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar cuatro protocolos anestésicos, con el fin de recomendar la mejor combinación para utilizar para el programa de esterilización masiva de caninos.

Materiales y métodos

Aspectos bioéticos

El presente estudio se llevó a cabo, previo consentimiento informado y firmado por parte de los propietarios de los animales. Para el efecto se seleccionaron veinte hembras caninas, sin distinción de raza o cruce (exceptuando los braquicéfalos), con condición corporal entre tres y cuatro (escala de 1 a 5), de diferentes edades, clínicamente sanas, procedentes de diferentes barrios del valle de Aburrá (Medellín, Antioquia, Colombia) y adscritas al programa de atención primaria y control de natalidad canina y felina, efectuado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, en coordinación con la Alcaldía de Medellín (Colombia).

De los animales previamente inscritos, se seleccionaron, por sorteo y al azar, cuatro grupos de cinco hembras cada uno para ovariectomía. Los pacientes usados fueron criollos en su mayoría (sólo seis de ellos fueron de la raza French poodle y uno de la raza Pinsher), con edades promedio de 30, 13.2, 16.4 y 19.4 meses, para cada uno de los

protocolos, respectivamente; los pesos promedio fueron de 5.4, 11.3, 8.5 y 5.3 kg, respectivamente.

Veinticuatro horas previas a la cirugía, a cada uno de los animales se le tomó muestras de sangre para evaluar hemograma, leucograma, función hepática y función renal. Estas muestras fueron tomadas con el fin de relacionar los hallazgos clínicos y de laboratorio, para tener mayor certeza sobre el buen estado de salud del animal, ya que solamente se trabajó con pacientes ASA I (de acuerdo con la clasificación internacional de la Sociedad Americana de Anestesiólogos). Los animales fueron sometidos a un ayuno de doce horas, previo a la cirugía. El primer día de sesión de cirugías, se hizo la asignación, por sorteo, del protocolo a usar en cada una de las sesiones programadas (véase Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los protocolos anestésicos evaluados.

Protocolo	Preanestésico	Inducción
1	Acepromacina (0.2 mg/Kg) + Atropina (0.04 mg/Kg) + Xylazina (0.5 mg/Kg)	Ketamina (5 mg/Kg)
2	Acepromacina (0.2 mg/Kg) + Atropina (0.04 mg/Kg) + Xylazina (0.5 mg/Kg)	Propofol (2.5 mg/ Kg)
3	Acepromacina (0.2 mg/Kg) + Atropina (0.04 mg/Kg) + Xylazina (0.5 mg/Kg) + Ketamina (5 mg/Kg)	Propofol (2.5 mg/ Kg)
4	Acepromacina (0.2 mg/Kg) + Atropina (0.04 mg/Kg) + Xylazina (0.5 mg/Kg) + Ketamina (5 mg/Kg)	Ketamina (5 mg/Kg)

El día de la cirugía, los animales fueron llevados a las instalaciones del Centro de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad CES en Envigado (Colombia) y se les practicó un examen clínico completo, según el protocolo habitual, con el animal en reposo. Pasados cinco minutos después de la aplicación del preanestésico por vía IM, se procedió a tomar la frecuencia cardiaca y la temperatura rectal (variables en preanestesia). Diez minutos después de premedicar, se inyectó el agente inductor respectivo, por vía endovenosa, de acuerdo con los protocolos previamente establecidos.

Para el mantenimiento anestésico, se canuló la vena cefálica, en donde se dejó la jeringa cargada con el agente inductor, con el fin de aplicar bolos cada vez que fuera necesario. Transcurridos cuatro minutos de la anestesia, y por medio de un monitor electrónico (Datex – Ohmeda 8000059-12, Finlum, USA), se procedió a medir las variables fisiológicas: presión arterial (mmHg), saturación de oxígeno en sangre, frecuencia cardiaca (latidos/minuto), frecuencia respiratoria (respiraciones/minuto), temperatura corporal (°C) y concentración de CO₂ en aire expirado, todas bajo condiciones de transanestesia inicial; luego se efectuaron mediciones cada cuatro minutos, hasta el momento en que el animal hizo intentos de incorporarse.

Las variables anestesiológicas (expresadas en minutos) fueron: período de latencia (PL = tiempo transcurrido entre la administración del anestésico y la pérdida del reflejo interdigital); duración de la anestesia: (DA = tiempo transcurrido entre la pérdida y la recuperación del reflejo interdigital); y recuperación de la anestesia (RA = tiempo transcurrido entre la recuperación del reflejo interdigital y el momento en que el animal realiza movimientos tratando de incorporarse).

Las cirugías fueron practicadas siempre por el mismo equipo de trabajo y una vez terminada se procedió a la aplicación de un antibiótico de amplio espectro y larga acción (penicilina benzatínica + estreptomina).

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se empleó un diseño de clasificación experimental completamente aleatorizado, balanceado efecto fijo, con cinco repeticiones por tratamiento, complementándose con la prueba de Tukey con intervalos de confiabilidad del 95% para las variables de índole cuantitativo; de igual forma se hizo un análisis descriptivo unidireccional, usando el programa SAS.

Resultados

Datos anestésicos

La inducción anestésica se realizó utilizando dosis promedio de 14.4 mg/kg de ketamina en el protocolo uno, 5.27 mg/kg de propofol en el protocolo dos, 3.18 mg/kg de propofol en el protocolo tres y 12.42 mg/kg de ketamina para el protocolo 4 (véase Tabla 2).

Tabla 2. Variables anestesiológicas (en minutos)

Característica	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3	Protocolo 4
PL	16	7.2	2.4	5
DA	11	9.8	12.4	12.2
RA	6.5	8.2	2.8	9.2

En la tabla no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

PL: período de latencia; DA: duración de la anestesia; RA: recuperación de la anestesia

Variables fisiológicas

Los resultados de las variables fisiológicas, medidas cada cuatro minutos (temperatura corporal, frecuencias respiratoria y cardiaca, oximetría, capnografía, presión arterial sistólica y diastólica), con cada uno de los cuatro protocolos evaluados, se muestran en las figuras 1 a 7.

Temperatura corporal. El análisis descriptivo de esta variable, para todos los protocolos, mostró un coeficiente de variación muy bajo (0.1 a 2.3%) con

tendencia hacia la disminución, pero nunca por fuera de los rangos fisiológicos, partiendo de un valor prequirúrgico promedio de 39.1 °C (véase Figura 1). Al efectuar la prueba de comparación por el método de Tukey, se encontró diferencia estadística significativa entre los protocolos 2 y 3 y entre los protocolos 3 y 4; sin embargo, dado que ningún valor estuvo por fuera de la normalidad, cualquiera de los 4 protocolos es igualmente bueno con relación a esta variable.

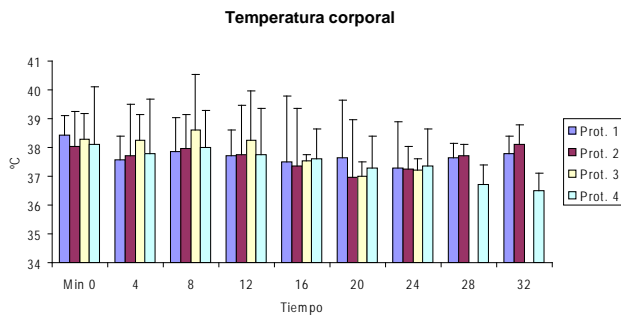


Figura 1. Temperatura corporal (°C) con cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

En cuanto a las mediciones de temperatura realizadas cada cuatro minutos, no se encontraron diferencias significativas entre los minutos 0, 4, 8 y 12 (primeras cuatro tomas); pero del minuto 16 en adelante (últimas cinco mediciones) sí hubo diferencias con respecto a la medición inicial, con una disminución progresiva.

Frecuencia respiratoria. Esta variable presentó grandes variaciones y diferencias en cuanto al coeficiente de variación se refiere (análisis descriptivo). La figura 2 muestra que se presentaron menores variaciones en la frecuencia respiratoria con los protocolos 2 y 3, en los cuales se usó propofol como agente inductor. Mediante la prueba de comparación por el método de Tukey, sólo se encontró diferencia en la frecuencia respiratoria, para todos los tiempos de medición, entre los protocolos 3 y 4, donde el mayor promedio de frecuencia respiratoria fue para el protocolo 3 (42.3 rpm) y el menor promedio fue para el protocolo 4 (26.2 rpm).

Con relación a la toma realizada cada cuatro minutos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas. La menor frecuencia respiratoria obtenida con el protocolo 4 (26.2 rpm), no presentó diferencias estadísticas en relación con los resultados obtenidos con los protocolos 1 y 2, considerándose entonces como un valor normal.

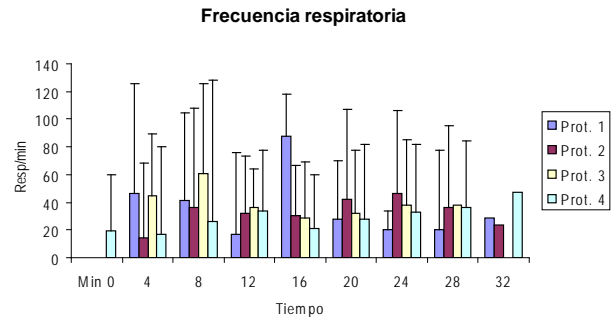


Figura 2. Frecuencia respiratoria, con cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

Frecuencia cardíaca. La figura 3 muestra la heterogeneidad entre todos los protocolos, donde no se observaron diferencias estadísticamente significativas con relación a los datos obtenidos en el examen clínico y en preanestesia. La prueba de comparación por el método de Tukey sólo mostró diferencias para todos los tiempos de medición entre los protocolos 2 y 4, con un valor mayor para el protocolo 4 (135 latidos/min) y el menor para el protocolo 2 (91.6 latidos/min).

Oximetría. El análisis descriptivo de esta variable mostró que, de todas las variables analizadas, la oximetría de pulso fue la de mayor homogeneidad, tanto entre protocolos, como entre los distintos tiempos de toma (cada cuatro minutos). Los coeficientes de variación fueron siempre bajos, fluctuando entre 0.7 y 20% (véase Figura 4). La prueba de Tukey encontró diferencias entre los protocolos 3 y 4, con el mayor valor para el protocolo 4 (88.5%) y el menor para el protocolo 3 (80.3%).

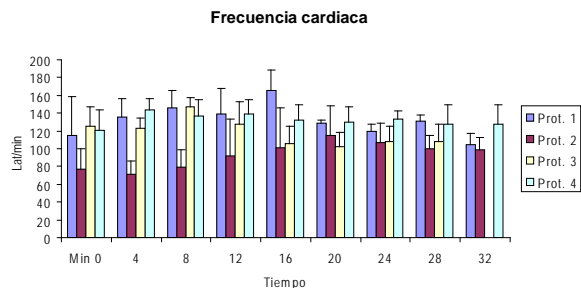


Figura 3. Frecuencia cardíaca en cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

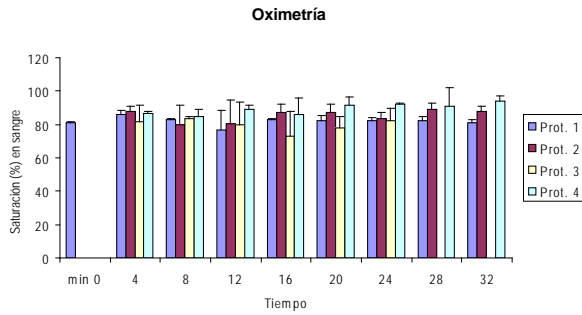


Figura 4. Oximetría de pulso, con cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

Capnografía. En el análisis descriptivo de esta variable, los valores mostraron heterogeneidad, tanto entre los individuos, como entre los protocolos y entre los distintos tiempos de medición. Los coeficientes de variación para esta variable estuvieron entre 2.2 y 50%, y sólo se observó un leve incremento de la variable en el protocolo 1 minuto 4; protocolo 3 minutos 16, 20 y 24; y protocolo 2 minuto 28 (véase Figura 5).

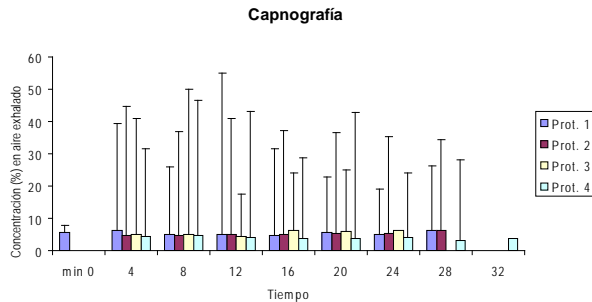


Figura 5. Capnografía, con cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

Presión sistólica y diastólica. El análisis descriptivo de estas variables mostró un comportamiento similar entre ellas. Se presentó heterogeneidad entre los protocolos y entre los distintos tiempos de medición. Mediante la prueba de comparación por el método de Tukey, se encontró diferencias entre los protocolos 1 y 4, con el mayor valor para el protocolo 4 (145.8/102.8 mmHg) y el menor para el protocolo 1 (107.2/73.4 mmHg) (véanse Figuras 6 y 7).

En términos económicos, el protocolo uno resultó ser el más barato en pesos colombianos

(\$ 3.713 para un animal de 10 kg, lo que equivale a 1.8 dólares), seguido por el protocolo 4 (\$ 4.355 = 2.1 dólares), el protocolo 3 (\$ 5.130 = 2.5 dólares), y el protocolo 2 (\$ 6.313 = 3.1 dólares).

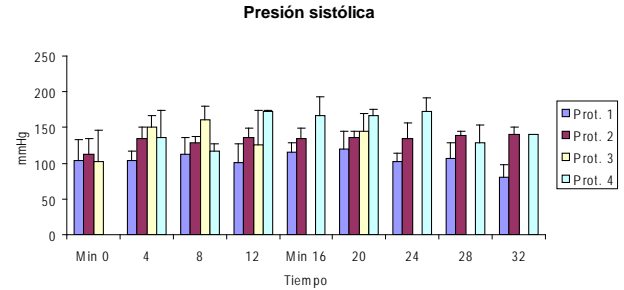


Figura 6. Presión sistólica, con cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

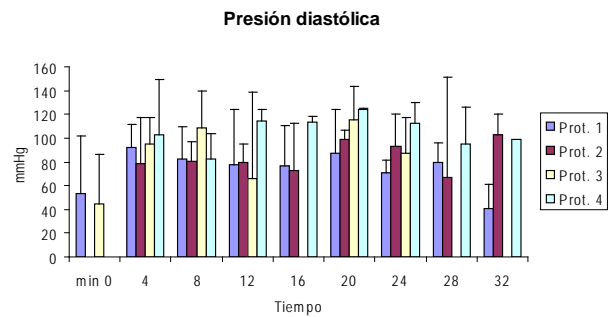


Figura 7. Presión diastólica, con cada uno de los protocolos anestésicos evaluados.

Discusión

Variables fisiológicas

Temperatura corporal. Las diferencias encontradas con esta variable reflejan el plano anestésico, cada vez más profundo, en el que ingresa el animal a medida que el agente anestésico va potenciando su acción. Se ha reportado disminución de la temperatura rectal con la aplicación de propofol en infusión continua en perros galgos y también en perros de otras razas premedicados con acepromacina y atropina (21). Thurmon *et al* (28), señalan que perros anestesiados con propofol, sufren una disminución de la temperatura corporal, pero siempre dentro de límites normales.

Frecuencia respiratoria. La frecuencia respiratoria fue más estable en los pacientes del protocolo 3, a los cuales se les suministró las menores dosis de anestésico (3.18 mg/kg de propofol). En términos generales, estos pacientes se mostraron bastante tranquilos y no requirieron administración adicional del agente anestésico. Para este mismo caso, los valores de frecuencia respiratoria se mantuvieron bastante estables, sin que se presentase bradipnea o taquipnea en ningún caso.

Las mayores variaciones de la frecuencia respiratoria se presentaron con los pacientes del protocolo 1, en los cuales se usó ketamina como agente inductor, pero no en preanestesia. El plano anestésico logrado con este protocolo fue muy superficial, pues en la mayoría de los casos no hubo pérdida del reflejo interdigital, por lo cual hubo necesidad de aumentar notoriamente las dosis de ketamina (hasta 14.4 mg/kg) mediante aplicaciones repetidas. Es claro que, con este protocolo, no se logró una buena anestesia, mientras que con los demás protocolos el plano anestésico fue satisfactorio, al obtenerse pérdida de dicho reflejo en todos los casos.

En estudios realizados usando xilacina como preanestésico y ketamina como agente inductor, se ha reportado que la xylazina puede compensar los efectos sedantes respiratorios de la ketamina, un efecto que se podría atribuir al estímulo de regiones corticales, subcorticales y reticulares, con excitación directa de neuronas respiratorias medulares y de la activación indirecta de quimiorreceptores periféricos (14).

Contrario a lo que podría esperarse, y dado que el propofol puede causar depresión respiratoria por acción directa sobre el centro respiratorio y afectar la respuesta del paciente a la presión de CO₂ (25), el uso de este agente anestésico en el caso del protocolo 3, no produjo la depresión esperada, tal vez debido a la combinación anestésica utilizada y al posible dolor reflejo que se produjo en los pacientes en el momento de traccionar los ovarios durante el acto quirúrgico.

Aunque el propofol y la xilacina producen una marcada bradipnea debido a un mayor efecto

depressor sobre el centro respiratorio (13, 18), esto no se presentó en este estudio. Tan solo se registró un caso de apnea de 1.5 minutos de duración, en un animal inducido con propofol y sin ketamina en la premedicación (protocolo 2). Según algunos autores, pueden desarrollarse cortos períodos de apnea, leve acidosis e hipercapnia, luego de usar propofol, pero ninguno de estos fenómenos es severo (4).

Frecuencia cardíaca. En los pacientes del protocolo 4 se usaron las dosis más altas de ketamina, lo cual pudo haber sido la razón para que en este grupo se presentase un aumento significativo de la frecuencia cardíaca (135 latidos/min) con relación a los demás grupos. Estos resultados concuerdan con reportes de la literatura que afirman que la ketamina incrementa el gasto cardíaco, la presión arterial en la aorta, la presión arterial pulmonar, la presión venosa central y la frecuencia cardíaca (3). La taquicardia en los animales del grupo tres (124.6 latidos/min), concuerda con algunos trabajos realizados con propofol, en los cuales los animales presentaron aumento de la frecuencia cardíaca (4, 22, 23); este aumento se explica como una respuesta refleja a la hipotensión inducida por el propofol (6).

Otro factor que influye en el aumento de la frecuencia cardíaca es la intubación endotraqueal. La laringoscopia e intubación traqueal producen un marcado incremento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial (30), con mayor intensidad después de una inducción anestésica de secuencia rápida (5). Esta respuesta está asociada con una importante liberación de catecolaminas, que son responsables de dichos cambios hemodinámicos (24). Por otra parte, se ha reportado que la xilacina, con frecuencia, puede producir bradicardia (7); sin embargo, esto no sucedió en nuestro estudio, lo cual podría, en principio, explicarse por los efectos contrarios de la atropina y la ketamina.

Oximetría. Los valores obtenidos para la oximetría de pulso hacen pensar que las mezclas anestésicas usadas no tienen ingerencia sobre esta variable fisiológica. Los mayores valores obtenidos con el protocolo 4 pueden explicarse por la acción positiva directa de la ketamina sobre el sistema cardiovascular y por su efecto mínimo sobre el sistema respiratorio; en estos pacientes, se esperaría una muy buena perfusión tisular, con buena

saturación de oxígeno en sangre, que garantice la supervivencia del paciente. Por el contrario, los menores valores obtenidos en el protocolo 3, pueden ser debidos al efecto depresor cardiovascular del propofol (3).

Valores de saturación de la hemoglobina por debajo del 90% (75-90%), significan que el paciente está frente a una hipoxemia (20), la cual, en nuestro experimento, pudo ser debida a la hipoventilación por el hecho de que los animales fueron intubados con sonda endotraqueal y no fueron conectados a la máquina de anestesia inhalada. Debe recordarse, además, que el adaptador del capnógrafo produce aumento del espacio muerto. En casos en los cuales la hipoxemia es grave ($< 75\%$), es necesario realizar ventilación asistida o aumentar la concentración de oxígeno en la máquina de anestesia, lo cual no fue necesario en nuestro estudio.

Capnografía. El aumento esporádico y focalizado de los niveles de bióxido de carbono en aire expirado en los protocolos 1 y 2, pudo ser generado por el aumento de la actividad muscular en algunos pacientes, cuando se despertaban de manera abrupta (o no entraron fácilmente en anestesia) y había la necesidad de aplicar dosis repetidas de ketamina, propofol, o ambos (véase Figura 5); esta situación fue posiblemente la causa del aumento en las concentraciones de CO_2 , ya que los incrementos en el volumen final de CO_2 (ETCO_2) pueden reflejar estados hipermetabólicos tales como hipertermia, asociada con estrés (8, 19).

Para el protocolo 3, el aumento en la capnografía coincidió con los últimos minutos de anestesia, en los cuales los pacientes presentan un mayor grado de profundización, lo cual sucede siempre que se usa propofol ya que este disminuye la sensibilidad del sistema nervioso central a los niveles de CO_2 (26), aumentándose los niveles de CO_2 exhalados.

Presión sistólica y diastólica. Los promedios de la presión arterial para el protocolo 4 siempre fueron superiores con relación a los tres protocolos restantes, lo cual puede atribuirse a la aplicación de ketamina, tanto en inducción como en preanestesia. En estos pacientes, se utilizó la dosis más alta de ketamina (17 mg/kg en promedio), lo cual pudo haber influido de manera determinante en este

aumento (véanse Figuras 6 y 7). Algunos autores afirman que la ketamina puede inducir aumentos en variables tales como la temperatura corporal (10), la presión intraocular (11, 17), el ritmo cardíaco y la presión arterial (10).

En un estudio realizado con 28 perras (divididas en dos grupos) sometidas a ovariectomía, usando propofol como agente anestésico, detectaron disminución de las presiones sistólica, diastólica, media durante los primeros minutos de cirugía, pero estos parámetros se recuperaron rápidamente (alrededor de 8 minutos en todos los casos). En este mismo estudio no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los valores de presión arterial media (29).

En conclusión, al asociar los resultados de las variables anestesiológicas y fisiológicas con el comportamiento clínico de los pacientes, podemos deducir que el mejor protocolo fue el número 3 (combinación ketamina-propofol), a pesar de que no fue el más barato, ya que con este se presentaron mejores planos de profundidad anestésica, pérdida completa del reflejo interdigital, completa relajación de la pared abdominal, adecuada duración y buena recuperación de la anestesia, despertar tranquilo y rápido, menores tiempos de latencia y recuperación anestésica, mayor duración de la anestesia, menor grado de hipotermia, menor depresión de la frecuencia respiratoria, valores normales de presión arterial y frecuencia cardíaca, y niveles adecuados de hemoglobina en sangre y de bióxido de carbono en aire expirado.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a todos los estudiantes de medicina veterinaria y auxiliares que colaboraron en la realización de las cirugías; a los profesores Jorge Fernández y Jairo Alonso Rivera Posada, por su asesoría permanente; al doctor Jorge Ossa Londoño, por su colaboración en la preparación del manuscrito; al grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias CENTAURO, Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) por la financiación parcial del proyecto de investigación.

Referencias

1. Abreu A, Duque E. Caracterización de la población canina y felina de área urbana del municipio de Medellín para el primer semestre de 1993. Medellín: Universidad de Antioquia; 1993. 65p.
2. Booth N, McDonald L. Farmacología y terapéutica veterinaria. 5ª ed. Zaragoza: Acribia; 1988. 820 p.
3. Botana L, Landoni M, Jiménez T. Farmacología y terapéutica veterinaria. 2ª ed. Medellín: McGraw-Hill Interamericana; 2002. 734 p.
4. Branson KR, Gross ME. Propofol in veterinary medicine. *J Am Vet Med Ass* 1994; 204:1888-1890.
5. Brossy MJ, mames MF, Janick PK. Haemodynamic and catecholamine changes after induction of anaesthesia with either tiopentone o propofol with suxamethonium. *Br J Anaesth* 1994; 19:596-598.
6. Chambers JP. Induction of anaesthesia in dogs with alfentanil and propofol. *J Ass Vet Anaesth* 1989; 16:14-17.
7. Cullen L, Reynoldson J. Xylazina or medetomidina premedication before propofol anaesthesia. *Vet Rec* 1993; 132:378-383.
8. Gravenstein JS, Paulus DA, Hayes TJ. **Clinical indications.** In: Gravenstein JS, Paulus DA editores. *Capnography in clinical practice.* Butterworth: Hayes; 1989. p.43-49.
9. Hall L, Clarke K. *Veterinary anesthesia.* 9ª ed. London: Bailliere; 1991. p. 51-322.
10. Haskins SC, Farver TB, Patz JD. Ketamine in dogs. *Am J Vet Res* 1985; 46:1855-1860.
11. Hellyer P. General anesthesia for dogs and cats. *Vet Med* 1996; 91:314-325.
12. Jacobson J, Hartsfields S, Haskins S, Mcgrath C. *Introduction to veterinary anesthesiology.* Virginia: Publishing BM; 1995. 248p.
13. Kelawala NH, Parsania RR. Preliminary studies on propofol, ketamine and propofol-ketamine anaesthesia in diazepam premedicated goats (*Capra hircus*)-physiological profiles. *Indian Vet J* 1992; 69:725-729.
14. Komar E, Fau D, Silmanowicz P, Balicki I. Effects of propofol on haemodynamic parameters in dogs. *Rev Med Vet* 1992; 143:741-744.
15. Lamele G. *Las drogas tranquilizantes en medicina veterinaria.* Buenos Aires: Inter-Vet E; 1990. 199 p.
16. Londoño LN, Pérez OGI, Martínez DHD, Beltrán PFE. Censo muestral de la población canina y felina del municipio de Medellín. Trabajo de grado, Medicina veterinaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, 1983. 70p.
17. Muir I. Anesthetics and techniques. In: Slatter DH, editor. *Textbook of small animal surgery.* 2ª ed. Philadelphia: Saunders; 1993. p.2245-2251.
18. Muir W, Hubell J. *Manual de anestesia veterinaria.* Zaragoza: Acribia; 1992. 375p.
19. Nobel J. Carbon-dioxide monitors: exhaled gas (capnographs, capnometry, end-tidal CO₂ monitors). *Pediatr Emerg Care* 1993; 9:244-246.
20. Paddleford RR. *Manual de anestesia en pequeños animales.* 2ª ed. Buenos Aires: Intermédica; 2001. p.11-70.
21. Robertson S, Johnston S, Beemsterboer J. Cardiopulmonary, anesthetic, and postanesthetic effects of intravenous infusion of propofol in Greyhounds and non-Greyhounds. *Am J Vet Res* 1992; 53:1027-1032.
22. Sadove MS, Shulman M, Hatano S, Fevold N. Analgesic effects of ketamine administered in subdissociative doses. *Anesth Analg* 1971; 50:452-457.
23. Sánchez NR. Proyecto de atención primaria y control de natalidad de caninos y felinos en el departamento de Antioquia. Medellín; 2004. p.25.
24. Shribman AJ, Smith G, Achola KJ. Cardiovascular and catecholamine responses to Laryngoscopy with and without tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1987; 59:295-299.
25. Smith J, Gaynor J, Bednarski R, Muir W. Adverse effects of administration of propofol with various preanesthetic regiment in dogs. *JAVMA* 1993; 202:1111-1115.
26. Sumano LH, Ocampo L. *Farmacología veterinaria.* 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2001. p. 349-492.
27. Suzuki M, Tsueda K, Lansing PS, Tolan MM, Fuhrman TM. **Small-dose ketamine enhances morphine-induced analgesia after outpatient surgery.** *Anesth Analg* 1999; 89:98-103.
28. Thurmon J, Ko J, Benson W, Olson TW. Hemodynamic and analgesic effects of propofol infusion in medetomidine-premedicate dogs. *Am J Vet Res* 1994; 55:363-367.
29. Tusell JM, Andaluz A, Costa C, García F, Prandi D. Effects of epidural anaesthesia-analgesia on intravenous anaesthesia with Propofol. *Vet J* 2005; 169:108-111.
30. Villalonga A, Lapena C. La respuesta refleja a la laringoscopia y a la intubación traqueal. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1990; 37:373-377.
31. Wanamaker B, Pettes, Christy L. *Applied pharmacology for the veterinary technician.* Philadelphia: Saunders; 1996. p. 55-75.
32. White PF, Way WL, Trevor AJ. Ketamine-its pharmacology and therapeutic uses. *Anesthesiology* 1982; 56:119-136.