

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

MANTENIMIENTO DE UN PLANO ANESTESICO QUIRURGICO EN PERROS,  
MEDIANTE LA ADMINISTRACION DE ISOFLURANO POR MEDIO DE  
VAPORIZADORES OHIO No.8.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ALVARO CASTEJON QUIÑONES

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1996

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

CUMPLIENDO CON LOS PRECEPTOS QUE ESTABLECE LA LEY  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
PRESENTO A CONSIDERACION EL TRABAJO DE TESIS  
TITULADO:

MANTENIMIENTO DE UN PLANO ANESTESICO QUIRURGICO EN PERROS,  
MEDIANTE LA ADMINISTRACION DE ISOFLURANO  
POR MEDIO DE VAPORIZADORES OHIO No. 8.

EL CUAL ME FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
PREVIO A OPTAR AL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO

)  
(684)  
4

JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	DR. JOSE G. PEREZCANTO F.
SECRETARIO:	DR. HUMBERTO I. MALDONADO C.
VOCAL PRIMERO:	LIC. ROMULO GRAMAJO L.
VOCAL SEGUNDO:	DR. OTTO L. LIMA L.
VOCAL TERCERO:	DR. MARIO A. MOTTA
VOCAL CUARTO:	BR. HANNIA F. RUIZ B.
VOCAL QUINTO:	BR. LUIS E. SANDOVAL G.

ASESORES:	DR. OTTO L. LIMA L.
	DR. JOSE V. ROMA B.
	DR. ROBERTO A. VIAU E.

## ACTO QUE DEDICO

A mi familia, por el apoyo irrestricto que me han dado a lo largo de mi vida.

A los amigos que Dios me dió la oportunidad de hacer durante mi carrera.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mis padres.

A mi patria Guatemala.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A mis asesores de tesis por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

Al Centro Veterinario Super Pet, por haberme facilitado el uso de equipo de monitoreo.

Al personal del Hospital de Menores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A Denise Cahen, por su comprensión y apoyo irrestricto.

A Rolando Tello, por su amistad incondicional.

## INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
1. Definición	5
2. Antecedentes Históricos	5
3. Conceptos Básicos sobre anestesia con agentes Inhalados	6
4. Sistemas para la aplicación de anestesia Inhalada	7
5. Componentes de los sistemas anestésicos	9
6. Períodos Anestésicos	11
7. Isoflurano	17
V. MATERIALES Y METODOS	23
1. Materiales	23
1.1 Recursos Humanos	23
1.2 Recursos de laboratorio	23
1.3 Recursos de Campo	24
1.4 Recursos Biológicos	24
1.5 Centros de referencia	24
1.6 Otros	24
2. Métodos	25
2.1 Análisis Estadístico	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	28

VII. CONCLUSIONES	32
VIII. RECOMENDACIONES	33
IX. RESUMEN	34
X. ANEXOS	35
XI. BIBLIOGRAFIA	36

## I. INTRODUCCION

En la clínica de animales de compañía, los pacientes a menudo deben ser sometidos a procedimientos médicos o quirúrgicos, para los que se hace imperativa la administración de anestesia. Aunque la búsqueda por un agente anestésico ideal continúa, muchos avances se han hecho en este sentido, y el médico veterinario cuenta hoy en día con fármacos que le permiten anestésiar a sus pacientes, manteniendo márgenes de seguridad aceptables.

Actualmente se reconoce que el uso de anestésicos inhalados es en la mayoría de los casos el método adecuado para mantener un plano anestésico quirúrgico. Dentro de este grupo de agentes, al que más bondades se le atribuyen en la actualidad es al isoflurano. Este fármaco, debido a su baja solubilidad en sangre, permite al anestesista mantener un control estrecho sobre la profundidad del plano anestésico. Además no tiene características arritmogénicas, ni sensibiliza al miocardio a la acción de catecolaminas. Por otro lado, aún no se ha demostrado que sufra ninguna biotransformación, haciéndolo más seguro tanto para el paciente, como para el personal médico.

El equipo específico para la administración de isoflurano, requiere el uso de vaporizadores calibrados y compensados, que tienen un costo relativamente alto. Sin embargo,

existen actualmente en el medio, vaporizadores de mucho menor valor, que fueron originalmente diseñados para la administración de metoxiflurano, agente anestésico que fue descontinuado.

En el presente trabajo se intentará mantener un plano anestésico quirúrgico, utilizando isoflurano administrado por medio de un vaporizador Ohio. No.8., originalmente diseñado para la administración de metoxiflurano.

## II. HIPOTESIS

La administración de isoflurano, para el mantenimiento de un plano anestésico quirúrgico en perros, es factible mediante el uso de vaporizadores Ohio No. 8.

### III. OBJETIVOS

#### Objetivos generales:

Encontrar una alternativa, que permita el uso de isoflurano, como anestésico de mantenimiento, mediante el uso de un vaporizador de menor costo.

#### Objetivos Específicos:

Determinar si con el uso de vaporizadores Ohio No.8, se puede lograr administrar isoflurano, como anestésico de mantenimiento.

Determinar si los parámetros que sirven al anestesista de animales de compañía para el monitoreo de su paciente, sufren alteraciones similares con el uso de isoflurano administrado con vaporizadores Ohio No.8, a las que reporta la literatura como aceptables para el mantenimiento de un plano anestésico quirúrgico.

Determinar si el tiempo de recuperación después de una anestesia lograda mediante la administración de isoflurano con vaporizadores Ohio No.8, es similar al reportado por la literatura para anestесias administradas con vaporizadores específicos.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

##### 1. Definición.

Se define la anestesia general, como el estado de supresión total, en forma temporal, de la sensibilidad y de la movilidad en los seres vivos, sin afectar sus funciones vitales, mediante la acción de fármacos aplicados por medio de procedimientos especiales (1,13,20).

La anestesia quirúrgica, es la fase durante la cual la acción depresora del anestésico se extiende desde el córtex y mesencéfalo hasta la médula espinal. Se encuentran abolidos los reflejos espinales, y existe pérdida de la conciencia y de sensaciones dolorosas. Aparece relajación muscular y desaparecen los movimientos coordinados (6,13).

##### 2. Antecedentes Históricos.

El primer anestésico inhalado que se descubrió fue el óxido nitroso. En 1776 Priestley lo identificó y describió sus efectos. De acuerdo a su informe la sustancia conduce a la impresión de sufrir presión suave en todos los músculos, que disminuye gradualmente hasta que se pierde la conciencia y se presenta la pérdida repentina de la fuerza voluntaria. Algunos años mas tarde, se inició a trabajar con inhalaciones de éter para controlar episodios de dolor, e inducir un estado de sueño profundo (15,20).

El uso de agentes anestésicos volátiles, administrados a través del sistema respiratorio, fue el primer método de anestesia general, sin embargo no fue hasta 1960 que equipo de alta precisión fue elaborado para la administración de dichos

gases (1,6,13,15,20).

### 3. Conceptos Básicos Sobre Anestesia con Agentes Inhalados.

La administración de un anestésico inhalado es un proceso dinámico de inhalación y expulsión de gases. Para poder entenderlo, se hace indispensable comprender que el anestésico tendrá que atravesar varias barreras, y distribuirse en todo el organismo, para poder alcanzar su objetivo. Este proceso será determinado por las características físicas y químicas del anestésico (solubilidad, presión de vapor, etcétera) (15,20).

La solubilidad de un anestésico inhalado, influye directamente sobre su penetración y distribución, y constituye una importante característica que permite establecer diferencias entre distintos agentes, en términos de potencia, rapidez de inducción y velocidad de desaparición durante el período de recuperación. Mientras mayor solubilidad en sangre presente un anestésico, mayor será su tendencia a permanecer en ésta y mayor será el tiempo y la cantidad necesaria para alcanzar una concentración alveolar mínima (CAM), que permita mantener el plano anestésico deseado. Así pues, la alta solubilidad de un anestésico redunda en una inducción lenta, así como en lentitud en la variación gradual de la anestesia. A menor solubilidad, mayor rapidez de inducción, de recuperación y mayor facilidad de variación en el grado de anestesia (1,6,13,14,20).

La presión de vapor del anestésico, también juega un papel muy importante en la cantidad de anestésico que

abandona el vaporizador, y ésta depende del anestésico específico y de la temperatura a que esté el mismo. Así a mayor temperatura, mayor será la presión de vapor del anestésico y por ende la cantidad del mismo que liberará el vaporizador (4,5,14,15,20).

#### 4. Sistemas para la aplicación de anestesia inhalada.

La administración de anestésicos inhalados, puede variar, desde una técnica sencilla a una complicada, dependiendo esto de el anestésico empleado, el equipo necesario para su administración, así como de la forma en que se quiera manejar el anestésico (1,15,20).

**\* Sistemas Abiertos:** Dentro de estos, el sistema de la gota abierta es el más simple, y requiere la menor cantidad de equipo. Un anestésico volátil es aplicado sobre una gasa, y mantenido por medio de una mascarilla sobre la boca y nariz del paciente (15,20).

También dentro de los sistemas abiertos, se clasifica a aquellos, en los que el paciente inhala el anestésico, y oxígeno provenientes del vaporizador y de los flujómetros y luego son eliminados del sistema. Estos sistemas son más exactos que el anterior, y se recomiendan para animales pequeños (1,15,20).

**\* Sistemas Semiabiertos:** En estos sistemas una porción de los gases expirados, es reutilizada por el paciente. La cantidad de gases reutilizados con este sistema, es baja y si el flujo de oxígeno es elevado, esta reutilización puede

ser eliminada. En estos sistemas no hay absorción química de dióxido de carbono (1,15,20).

- \* **Sistemas semicerrados y cerrados:** Son básicamente el mismo sistema, estando la diferencia entre uno y otro, en la cantidad de gas que es reutilizado. Estos sistemas requieren, además de un cilindro de gas, un vaporizador, y un saco reservorio como los anteriores, de una válvula direccional para cerciorarse que todos los gases expirados pasen por el recipiente de absorción, una válvula de desahogo, y un recipiente de absorción en el que el dióxido de carbono es removido por una reacción química.

Existen dos preparaciones disponibles para el recipiente de absorción: 1.- Carbonato de sodio. Cuya composición es un 5 por ciento de hidróxido de sodio y 95 por ciento de hidróxido de calcio, y es de color blanco.

2.- Carbonato de Bario. Cuya composición es de 20 por ciento de hidróxido de bario octahidratado y 80 por ciento hidróxido de calcio, y es de color rosado.

Ambos preparados, contienen indicadores, que ocasionan una variación de color a azul grisáceo o morado, cuando se saturan de dióxido de carbono. Si el carbonato de sodio está completamente seco, y no se le agrega humedad, la reacción no se lleva a cabo, así que es importante para el anestesista determinar que la temperatura del recipiente se eleve ligeramente durante la anestesia, ya que esto indica que la reacción se está llevando a cabo (1,6,13,15,20).

## 5. Componentes de los Sistemas Anestésicos.

\* **Gases comprimidos:** los gases para máquinas de anestesia están disponibles en cilindros metálicos de diferentes tamaños. Estos cilindros deben ser manejados y almacenados cuidadosamente para evitar el riesgo de fuego y de explosión. Los tanques no deben almacenarse con material inflamable, y no deben someterse a temperaturas por arriba de los 52°C

\* **Válvulas reguladoras de presión:** su función es la de reducir la presión proveniente de los cilindros de gases a un nivel constante para mantener un flujo estable y una calibración exacta de los flujómetros (15,20).

\* **Manómetros o Flujómetros:** Su función es determinar la cantidad exacta del gas proveniente del cilindro que entrará al sistema (1,15,20).

\* **Vaporizadores:** los anestésicos usados por el veterinario están en forma líquida. El objetivo del vaporizador es añadir al oxígeno que pase por él una concentración bien medida del anestésico (1,15,20).

Los vaporizadores de acuerdo a su posición dentro del circuito se clasifican en: \* Vaporizadores fuera del círculo. dentro de estos se encuentran los vaporizadores que están específicamente diseñados y calibrados para un agente específico, y son capaces de compensar los cambios en la temperatura ambiental, la proporción del líquido que entra a la cámara de vaporización está regulada por medio de la manecilla del vaporizador. Este tipo de vaporizadores deben ser calibrados, por lo menos cada 3 años (1,15,20).

\* Vaporizadores dentro del círculo.

Estos vaporizadores están contruidos generalmente de vidrio, y tienen una mecha que sirve para incrementar la superficie de evaporación. La cantidad de anestésico administrada por estos vaporizadores está determinada por la temperatura a que está el anestésico y flujo de gas que pasa por el vaporizador (cantidad de oxígeno y volumen tidal). Estos vaporizadores no requieren de ser calibrados. Los números que aparecen en la manecilla indican el grado de apertura así que la concentración exacta de anestésico que se está administrando no puede ser determinada (1,15,20).

**\* Mascarillas y tubos de conducción:** Los tubos de conducción más usados, son los corrugados de un diámetro de 22 mm., de plástico o de hule. Los hay descartables o no descartables. Después de ser usados estos deben lavarse, y secarse.

**\* Saco reservorio:** Este se usa para controlar manualmente la respiración, para coleccionar los gases y monitorear la frecuencia respiratoria. El tamaño del saco varía de acuerdo al tamaño del animal, y debe ser lo suficientemente grande para administrar hasta 6 veces el volumen tidal o capacidad inspiratoria (1,15,20).

**\* Válvula de escape:** Es necesaria, para permitir la salida del sistema, de el exceso de gases, y también se le denomina válvula de desahogo. Generalmente está colocada antes del recipiente de absorción de dióxido de carbono (1,4,15,20).

## 6. Períodos Anestésicos.

\* **Período Preanestésico:** este período es de suma importancia, y en él se pretende determinar el estado físico del individuo, y en base a éste y al protocolo recomendado por el anestesista determinar la necesidad del uso de medicamentos preanestésicos (1,15,20).

Estado Físico: Se recomienda usar una modificación de la clasificación hecha por la Sociedad Americana de Anestesiólogos para seleccionar a los pacientes en base al riesgo que representan. De acuerdo a esta clasificación se incluyen en la **Clase 1**, a todos aquellos animales en excelentes condiciones, que no presenten evidencia de enfermedad orgánica ni desbalance sistémico. En la **Clase 2**, se incluirán a todos aquellos individuos en buenas condiciones, que presenten alguna anomalía considerada de leve a moderada, animales obesos o levemente deshidratados encajarían en este grupo. En la **Clase 3**, estarán incluidos los animales que presenten algún problema considerado de moderado a considerable, como podría ser una enfermedad cardíaca crónica, una fractura severa o una anemia severa. En la **Clase 4** encajan aquellos animales que presentan severos desórdenes que podrían conducirlos a la muerte, como ejemplo de esta categoría se puede mencionar a perras con piometra, ruptura del bazo, etc. La **Clase 5** esta formada por aquellos pacientes en estado crítico o agónico, que podría estar ocasionado entre otras, por una torsión gástrica o una hemorragia severa (15,20).

Evaluación del paciente: Todo paciente que será sometido a una anestesia, deberá ser sometido a un ordenado y meticoloso examen físico, después de haber obtenido de sus dueños una historia completa, para poder definir su estado de Salud (15,20).

\* **Período de Inducción:** este período incluye la transición de el estado de conciencia a la inconciencia. y su objetivo es el de alcanzar el plano anestésico deseado de la manera más segura y tranquila posible (15,20).

Existen en general dos formas de llevar a cabo la inducción: 1. Con la droga que se usará para mantener la anestesia. 2. Con una droga diferente a la que se usará para mantener la anestesia; Esta es la más usada y por lo general se usan barbitúricos de acción ultracorta (15,20).

El tiopental sódico, que es el barbitúrico de acción ultracorta más usado para la inducción, tiene un tiempo de acción rápido, y generalmente se usa en dilución al 2.5% a una dosis de 8-12 mg/lb IV. la solución se prepara usando suero fisiológico, y no deberá usarse si toma un aspecto turbio o con precipitados (6,20).

Un breve período de apnea suele presentarse luego de la inducción con tiopental sódico, así que debe intubarse al paciente tan pronto como sea posible, y de ser necesario tomar control de la respiración. La depresión al sistema cardiovascular es muy corta (6,15,20).

Se calcula que si se inyecta en forma rápida, aproxi-

madamente la mitad de la dosis recomendada para anestesia es suficiente para alcanzar un periodo de inconciencia de 1 a 2 minutos que permita la intubación (20).

Cuando un animal alcanza un estado de inconciencia lo suficientemente profundo para permitir que se le abra la boca y se extienda la lengua, sin movimientos excesivos de la misma, la traquea puede ser intubada (1,15,20).

**\* Período de Mantenimiento:** Este período inicia inmediatamente después de la inducción, y termina junto con el procedimiento médico o quirúrgico para el que se anestesió al animal. Es importante para el anestesista el llevar un registro que incluya todas las variables a monitorear durante este período, pues la clave para un buen manejo del período de mantenimiento está precisamente en el monitoreo del paciente, ya que la cantidad de anestésico a administrar variará dependiendo no sólo del fármaco a emplear, el estado físico del animal o el tipo de sistema, sino también de la frecuencia respiratoria y profundidad de la misma, frecuencia cardíaca, oxigenación, etc. Es decir, no existe un protocolo anestésico determinado que pueda aplicarse a todos los pacientes, sino que debe elaborarse el protocolo anestésico de un paciente determinado, de acuerdo a la respuesta y necesidades del mismo en un momento específico (16,18,20).

Inmediatamente después de haber inducido al paciente, la tráquea debe intubarse y el tubo conectarse al sistema anestésico a usarse, el bulbo del tubo endotraqueal debe inflarse

sin ejercer demasiada presión, y se recomienda desinflarlo y reinflarlo en intervalos de 1 hora mientras dure la anestesia pues se han observado cambios en el diámetro traqueal debido a relajación por fármacos (1,15,20).

La transición del anestésico de inducción al de mantenimiento, deberá hacerse dependiendo principalmente de la solubilidad en sangre de este último. Para anestésicos de alta solubilidad en sangre se recomienda abrir moderadamente la manecilla del vaporizador cuando el paciente está aún bajo los efectos depresores del agente inductor, permitiendo de esta forma una transición tranquila. Mientras que para agentes de baja solubilidad en sangre y que por ende permiten una variación muy rápida en la profundidad del plano anestésico se recomienda abrir la manecilla del vaporizador cuando el paciente demuestre un plano anestésico muy superficial (15,20).

Monitoreo: los principales instrumentos para el monitoreo del paciente son los sentidos de la vista, el tacto y el oído del anestesista. Existen parámetros a los que el médico veterinario puede tener acceso sin necesidad de equipos sofisticados y costosos, que le permiten evaluar la condición de su paciente. Los sonidos cardíacos y respiratorios pueden escucharse con la ayuda de un estetoscopio esofágico. La frecuencia y calidad del pulso, así como la frecuencia y profundidad de la respiración son variables fácilmente asequibles y de mucha importancia. El color de las membranas mucosas así como el tiempo de llenado capilar, son indicado-

res importantes y por medio de ellos se pueden detectar problemas como hipoxia, shock, perfusión tisular pobre, o depresión cardiovascular. La profundidad anestésica puede calcularse de acuerdo al grado de relajación de la mandíbula, o la reacción a la punción de la membrana interdigital. La temperatura corporal se ve deprimida por la mayoría de los anestésicos, y debe ser estrechamente vigilada sobre todo en pacientes pediátricos. Estas son las variables básicas sobre las que el anestesista debería llevar control, desde luego si se cuenta con el equipo adecuado sería ideal tener acceso continuo a variables como presión arterial, electrocardiograma, porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, niveles arteriales de dióxido de carbono. Sin embargo el anestesista veterinario, rara vez tiene acceso al equipo necesario (3,17,20).

Los límites considerados aceptables para la frecuencia cardíaca, se encuentran entre los 70 y 160 latidos por minuto, sin embargo en pacientes muy atléticos los valores pueden ser menores, así que antes de administrar drogas anticolinérgicas vale la pena evaluar la fuerza de los sonidos cardíacos y pulso periférico. En razas de perros muy pequeñas puede considerarse normal una frecuencia cardíaca de hasta 180 latidos por minuto (15,18,20).

La frecuencia respiratoria, debe mantenerse entre las 8 y las 20 respiraciones por minuto. Es importante tomar control de la respiración cuando esta frecuencia aumenta, pues la taquipnea generalmente va acompañada de una reducción en

el volumen tidal, y si a esto sumamos un incremento en el espacio muerto, la ventilación alveolar se verá marcadamente disminuida (15,18,20).

El oxímetro, es el aparato que nos permite tener acceso al porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, funciona mejor en perros si su sensor es colocado en la lengua del animal, sin embargo si por la naturaleza del procedimiento esto no es posible sus lecturas serán confiables si se coloca en el pabellón de la oreja (depilado), en la membrana interdigital, o en los labios vaginales de las perras. En general se considera que una lectura por debajo de el 90%, refleja un cuadro de hipoxia (3).

\* **Período de Recuperación:** Es el período siguiente al de mantenimiento, se acepta que cuando un animal es capaz de ponerse de pie sin dar muestras de ataxia, éste se ha recuperado de la anestesia. La recuperación está influenciada por las drogas usadas como preanestésicas, las drogas usadas para la inducción, el tiempo de anestesia, y el tipo de anestésico usado. Cuando se usan como anestésicos de mantenimiento agentes de baja solubilidad en sangre, como el isoflurano, y no se aplicaron tranquilizantes en la preanestesia la recuperación es muy rápida. De esta cuenta que no se aconseja cerrar el vaporizador, hasta que la herida de piel ha sido cerrada (11,15,20).

Un animal ha comenzado a recuperarse, cuando empieza a tragar, levantar la cabeza, y hacer movimientos masticato-

rios. Inmediatamente después de cerrar la manecilla del vaporizador, el anestesista debe sacar el estetoscopio esofágico, y desinflar el bulbo de la sonda endotraqueal, así como desamarrarla de el maxilar del animal (15,20).

Idealmente la recuperación debe llevarse a cabo en un cuarto tranquilo, con una temperatura cercana a los 20°C, en una jaula que no sea muy conductora de la temperatura y ligeramente acolchonada (9,15,20).

Es importante señalar que la tarea del anestesista, no termina al suspender la administración del anestésico al paciente y se debe continuar monitoreando al mismo hasta que la recuperación haya concluido, para evitar complicaciones como hipotermia, trauma por delirio, depresión respiratoria, etc.(15,20).

#### 7. Isoflurano.

Este anestésico es como su isómero el enflurano, un metyl etyl éter, fue descubierto en 1965 por R. C. Terrel, pero no fue introducido a la práctica veterinaria hasta 1981, luego de que Eger desvirtuó los estudios hechos por Corbett en 1976 en los que se ligaba al isoflurano con el apareamiento de neoplasias hepáticas en ratonas gestantes (7).

\* **Características fisicoquímicas:** El isoflurano es un líquido claro, incoloro, no inflamable, con una gravedad específica de 1.52 a 25 C. Su presión de vapor a 20°C es de 250 mm Hg. El isoflurano no contiene estabilizadores químicos, no es corrosivo, y puede ser almacenado en recipientes claros.

Es el anestésico volátil menos soluble en sangre (coeficiente de solubilidad 1.4). Tiene un olor repulsivo, lo que dificulta la inducción (7,10,14,15,22).

- \* **Propiedades Farmacológicas:** Las características del isoflurano son tales, que produce una suave y rápida inducción y recuperación de la anestesia general, propiedad que lo hace el anestésico de elección en pacientes pediátricos. También permite la rápida variación en la profundidad del plano anestésico (10,14,17,22).

La concentración alveolar mínima, que es la concentración de anestésico más baja que insensibilice al dolor al 50% de los pacientes, es de 1.28 en perros, y de 1.63 en gatos. Las drogas usadas como preanestésicos pueden reducir los requerimientos de isoflurano, muchos clínicos acostumbran usar acepromacina como preanestésico para reducir el costo de la anestesia con isoflurano (7,21,22).

Efectos sobre el sistema respiratorio: El isoflurano produce una potente depresión del sistema respiratorio, esta depresión es dependiente de la dosis. Esta depresión puede ser exacerbada, por la combinación con opioides. Se recomienda la ventilación controlada, ya que con ventilación espontánea aunque la frecuencia respiratoria permanece aparentemente estable, el volumen tidal disminuye. Esta disminución en el volumen tidal, reduce también la concentración de anestésico que puede alcanzar los pulmones. Se observa una reducción en la elasticidad pulmonar, así como en la capacidad residual

(7,10,14,15,22).

Efectos Sobre el sistema cardiovascular: la presión arterial disminuye, conforme aumenta la profundidad anestésica, sin embargo el rendimiento cardíaco se mantiene y esta baja en la presión se debe a una disminución en la resistencia vascular. Debido a esta baja en la resistencia periférica la frecuencia cardíaca aumenta para poder mantener el flujo sanguíneo adecuado en todos los tejidos. Sin embargo no se observan arritmias. El isoflurano no interfiere con la conducción atrioventricular, ni sensibiliza al miocardio a la acción de catecolaminas. Aparentemente el isoflurano ofrece un margen de seguridad cardiovascular, muy amplio. El índice cardíaco, que es la relación existente entre la concentración alveolar mínima y la dosis que produce un arresto cardíaco al 50% de los pacientes, es de 5.7 mientras que para el Halotano es de 3 (2,7,8,10,14,15,22).

Efectos sobre el sistema nervioso: El flujo sanguíneo al cerebro es incrementado durante la anestesia con isoflurano. a diferencia de su isómero el enflurano, el isoflurano no se ha relacionado con actividad convulsiva (2,7,10).

Efectos sobre el riñón: La anestesia con isoflurano se acompaña de una disminución en el flujo sanguíneo hacia los riñones, disminuye también la tasa de filtración glomerular, así como el flujo de orina. Sin embargo todos estos cambios observados durante la anestesia tienen una rápida regresión durante la recuperación. La cantidad de fluoruro liberado del metabolismo del isoflurano es pequeña, y el daño renal no

se ha observado aun con exposiciones repetidas. Se recomienda el uso de isoflurano para el mantenimiento de la anestesia, en pacientes con problemas renales (2,7,9,10,15).

Efectos sobre el hígado y tracto gastrointestinal: la incidencia de nausea o vómito, es similar a la observada con otros anestésicos inhalados. El flujo sanguíneo al hígado y tracto gastrointestinal se ve disminuido. las pruebas de funcion hepática muestran cambios mínimos, que son reversibles con la recuperación de la anestesia (9,10).

Efectos sobre el músculo: El isoflurano permite alcanzar una relajación muscular adecuada, para la mayoría de las maniobras quirúrgicas. Además el isoflurano incrementa los efectos bloqueadores de los relajantes musculares (7,10).

Biotransformación: Únicamente un 0.2% del isoflurano que entra al organismo es metabolizado. El 95 % del isoflurano, es exhalado sin ningún cambio. El isoflurano aparentemente no presenta características teratogénicas, mutagénicas o carcinogénicas (2,7,10,14,22).

\* Sistemas Para la administración de isoflurano: El isoflurano se administra en la mayoría de los casos, por medio de vaporizadores específicos, compensados para cambios de temperatura y de flujo. Estos vaporizadores están fuera del círculo de respirado. Una de las principales desventajas de el uso de isoflurano, es el alto costo de estos vaporizadores. Sin embargo debido a que la presión de vapor de el isoflurano y la de el halotano son muy parecidas, la

construcción de los vaporizadores es casi la misma, y se puede convertir un vaporizador de halotano a isoflurano, siempre que este se mande al fabricante para una limpieza profunda y recalibración. No se recomienda el uso de halotano e isoflurano alternativamente en el mismo vaporizador, ya que es muy difícil limpiar completamente el sistema (4,5,7,10,22).

Algunos autores aseguran que es factible la administración de isoflurano por medio de vaporizadores dentro del círculo de respirado, manteniendo márgenes de seguridad aceptables. Debido a que los vaporizadores localizados dentro del círculo de respirado, no dependen del flujo de gas continuo para la administración del anestésico, flujos bajos del anestésico pueden ser usados desde el principio de la anestesia, lo que reduce el gasto de el agente. Sin embargo estos vaporizadores no administran concentraciones precisas del anestésico, y para que puedan ser usados con seguridad para la administración de isoflurano deben ser levemente modificados, y se deben observar algunos factores que modifican su funcionamiento (4,5).

La concentración de anestésico inhalado que abandona el vaporizador depende de varios factores: la construcción del vaporizador; La presión de vapor del anestésico, que está en función de el anestésico en sí y de la temperatura a la que éste se encuentra; el flujo de gas que pasa a través de el vaporizador, que está influenciado por la ventilación; el flujo de gas fresco que entra al sistema; la posición del

vaporizador dentro del circuito (en la costilla inspiratoria o expiratoria); y la apertura de la manecilla de el vaporizador (4,5).

Cuando se usa un vaporizador Ohio No.8, para la administración de isoflurano, la mecha debe ser removida, para reducir la superficie de evaporación, debido a la alta volatilidad de el isoflurano (4,5).

Los vaporizadores de dentro del circulo, no compensan los cambios en la temperatura, y ya que ésta tiene una incidencia directa sobre la presión de vapor de los gases, idealmente estos vaporizadores sólo deben ser usados en temperaturas ambientales cercanas a los 20°C (4,5).

El flujo de gas a través del vaporizador es uno de los factores que afecta en mayor grado la concentración de anestésico que abandona el vaporizador, esto permite una auto regulación de el flujo anestésico, pues si el paciente entra en un plano anestésico superficial, su frecuencia respiratoria aumenta, y con ello aumenta la cantidad de anestésico que abandona el vaporizador. Mientras que si el plano anestésico es profundo, la frecuencia respiratoria disminuye y con ella la concentración de anestésico. Se debe ser especialmente cuidadoso, en aquellos casos en los que se use la ventilación controlada o asistida (4,5).

## V. MATERIALES Y METODOS

## 1. MATERIALES:

1.1 Recursos Humanos:

- 1.- 3 asesores de Investigación.
- 2.- 1 investigador.
- 3.- 1 asistente.

1.2 Recursos de Laboratorio:

- 1.- 1 libra de algodón.
- 2.- 1 botella de alcohol.
- 3.- 1 rollo de cáñamo.
- 4.- 10 jeringas descartables de 20cc.
- 5.- 10 agujas hipodérmicas No.21 x 1.
- 6.- 2 sondas endotraqueales, una No.4 y una No.7.
- 7.- 3 frascos de tiopental sódico de 5 gms.
- 8.- 2 frascos de isoflurano de 100 cc.
- 9.- 1 frasco de atropina al 1% de 100cc.
- 10.- 1 cilindro de oxígeno de 660 lts.
- 11.- 1 termómetro rectal.
- 12.- 1 estetoscopio.
- 13.- 1 cronómetro.
- 14.- 1 termómetro de cuarzo.
- 15.- 1 maquina de anestesia con vaporizador ohio No.8.
- 16.- 1 Oxímetro.

1.3 Recursos de Campo:

- 1.- 1 carpeta para la recolección de datos.
- 2.- 1 lapicero corriente.

1.4 Recursos Biológicos:

- 1.- 30 perros cuyo peso sea superior a las 20 lbs.

1.5 Centros de Referencia:

- 1.- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC.
- 2.- Biblioteca de la Facultad de Medicina de la USAC.
- 3.- Biblioteca de la Facultad de Medicina de la UFM.
- 4.- Biblioteca Privada de Super Pet.

1.6 Otros:

- 1.- 300 hojas papel continuo, para impresión por computadora.
- 2.- 1 Cinta de impresión.

## 2. METODOS:

Para la realización de este estudio, se hicieron algunas modificaciones a un vaporizador Ohio No.8. En primer término se le removió la mecha, para reducir la superficie de evaporación, puesto que el isoflurano es bastante más volátil que el metoxiflurano para el que fue diseñado este vaporizador.

Además, se instaló un termómetro en la jarra del vaporizador para mantener un monitoreo constante de la temperatura. Pues este tipo de vaporizadores no compensan los cambios en la temperatura ambiental, y es bien conocida la influencia de la misma sobre la presión de vapor de los gases. Pudiendo en condiciones extremas elevarse a tal punto la concentración de anestésico, que resultaría letal para el paciente o ser tan baja que no lograría mantener el plano anestésico deseado.

Durante el estudio se determinaron los efectos del isoflurano, administrado por medio de un vaporizador Ohio No.8, situado dentro del circuito de respirado, sobre el sistema respiratorio y circulatorio de 30 perros, durante una anestesia mantenida por 30 minutos. Las variables evaluadas son asequibles al anestesista durante la práctica cotidiana de la medicina veterinaria, y fueron: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tiempo de llenado capilar, porcentaje de saturación de oxígeno, temperatura corporal y tiempo de recuperación.

La anestesia fue inducida, con el uso de tiopental sódico, a una dosis de 10 mg/lb, la que se administró por vía

endovenosa, a través de la vena cefálica. Luego se procedió a la intubación endotraqueal, y esta sonda se conectó a una máquina de anestesia con circuito cerrado y un vaporizador Ohio No.8 modificado, al que se añadió isoflurano como agente anestésico de mantenimiento. A los perros se les permitió respirar espontáneamente a través del sistema descrito, y el flujo de oxígeno fue ajustado a las necesidades del paciente teniendo como flujo inicial 15 ml/kg/hr. El flujo del anestésico se controló por medio de la manecilla del vaporizador, y su posición se determinó a fin de mantener un plano anestésico quirúrgico por un espacio de 30 minutos.

A partir del momento de la inducción, y cada 5 minutos hasta llegar a los 30 minutos, se colectaron los siguientes datos: frecuencia cardíaca (latidos/min.); frecuencia respiratoria (respiraciones/min.); porcentaje de saturación de oxígeno en sangre; temperatura corporal; llenado capilar (tiempo de llenado).

Al completar los 30 minutos de anestesia, se desconectó la máquina de anestesia y se determinó el tiempo de recuperación.

### 2.1 Análisis Estadístico:

Las variables evaluadas fueron:

- 1.- Tiempo de recuperación.
- 2.- Frecuencia cardíaca.
- 3.- Frecuencia respiratoria.
- 4.- Porcentaje de saturación de oxígeno en sangre.
- 5.- Tiempo de llenado capilar.

## 6.- Temperatura corporal.

Para la variable de tiempo de recuperación se usó una prueba de T de student, para una población con variable cuantitativa continua.

Para las variables frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, llenado capilar, saturación de oxígeno sanguíneo, temperatura corporal, se usó una prueba de Wilcoxon, para una población con variable cuantitativa discreta.

En todas las pruebas se comparará contra el valor que reporta la literatura, como aceptable para mantenimiento de un plano anetésico quirúrgico.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la presente investigación se trabajó con 30 perros, siendo objeto único de exclusión aquellos animales de menos de 20 libras de peso. El estudio consistió en la evaluación de la utilidad de un vaporizador Ohio.No.8, que fue utilizado durante muchos años para la administración de metoxiflurano y al que se le removió la mecha y se adaptó un termómetro de cuarzo, para la administración de isoflurano como anestésico de mantenimiento en perros.

No se observaron diferencias significativas de las variables evaluadas, respecto a los valores considerados como clínicamente aceptables.

La frecuencia cardíaca se mantuvo durante los 30 minutos de anestesia dentro del rango considerado como aceptable en 29 de los 30 perros que fueron sujetos de estudio. En uno de ellos se mantuvo desde el inicio hasta el final del monitoreo por encima del rango considerado como normal; alteración que podría ser explicada por tratarse de un animal pequeño. Esta desviación no fue estadísticamente significativa.

El tiempo de llenado capilar se mantuvo por debajo de los 2 segundos en el 100 % de los animales evaluados durante los 30 minutos de monitoreo, considerándose éste valor como normal.

Los resultados obtenidos en frecuencia cardíaca y tiempo de llenado capilar, reflejan que el isoflurano puede ser administrado por medio de vaporizadores de dentro del círculo sin alterar significativamente la función cardiovascular.

La frecuencia respiratoria se mantuvo dentro de los rangos aceptables. A pesar de que no fue constante ya que uno de los factores que determina la cantidad de anestésico que liberan los vaporizadores de dentro del círculo es la cantidad de gas que pasa por el vaporizador. De ahí que cuando la frecuencia respiratoria aumenta indicando un plano anestésico superficial, una mayor cantidad de anestésico entra al sistema llevando al paciente a un plano más profundo y ocasionando una baja en la frecuencia respiratoria.

El porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, estuvo por encima del 90 % en 29 de los animales estudiados durante los 30 minutos de monitoreo. En el animal restante descendió por debajo de este punto crítico en los minutos 20 y 25 dando lecturas de 89 % y 88 % respectivamente. Estas diferencias no fueron estadísticamente representativas. Cabe mencionar que el animal en cuestión es un perro de 10 años de edad al que se le diagnosticó un soplo cardíaco en la evaluación previa a la anestesia y que por lo tanto se consideraba un animal de riesgo anestésico 4.

La temperatura corporal se mantuvo dentro del rango aceptable durante los 30 minutos de anestesia, resultado que era de esperarse, ya que si bien la temperatura corporal es una variable importante a tomar en cuenta por el anestesista; las alteraciones significativas en la misma estan determinadas principalmente por reacciones individuales (hipertermia maligna) o por tiempos muy prolongados de anestesia.

Debido a que la temperatura a la que se encuentra el anestésico influye directamente sobre la cantidad del fármaco que abandona el vaporizador, ésta fué determinada durante el transcurso de la investigación estando la temperatura promedio en los  $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

El tiempo de recuperación, considerado hasta que los animales fueron capaces de mantenerse en decúbito esternal por si mismos, fué de 20 minutos  $\pm$  4 minutos. Considerándose ésto normal para el isoflurano.

Otro factor que influye sobre la cantidad de anestésico que abandona el vaporizador, es la distancia entre la superficie del líquido y la salida del vaporizador. En este estudio se tuvo la jarra con un máximo de 140 cc. y un mínimo de 40 cc. no se observaron diferencias significativas en el desempeño del vaporizador.

Luego de analizar los resultados mencionados, encontra-

mos que es posible mantener un plano anestésico quirúrgico en perros mayores de 20 libras mediante la administración de isoflurano por medio de vaporizadores Ohio No.8.

Es importante mencionar que durante el presente trabajo la temperatura ambiental se mantuvo entre los 26 y los 28 °C, y que estudios similares se han realizado a temperaturas cercanas a los 20°C con resultados positivos. Sin embargo se debe de ser muy cuidadoso al trabajar bajo temperaturas extremas, que podrian alterar marcadamente la eficiencia de estos vaporizadores.

## CONCLUSIONES

- 1.- Es factible el mantenimiento de un plano anestésico quirúrgico en perros mayores de 20 libras, mediante la administración de isoflurano por medio de vaporizadores Ohio No.8.
- 2.- El isoflurano puede ser administrado por medio de vaporizadores Ohio No.8 sin alterar significativamente la función cardiovascular de los perros.
- 3.- La frecuencia respiratoria se mantiene dentro de un rango clínicamente aceptable durante la administración de isoflurano a través de vaporizadores Ohio No.8.
- 4.- El porcentaje de saturación de oxígeno en sangre permanece dentro del rango considerado como normal durante la administración de isoflurano por medio de vaporizadores Ohio No.8.
- 5.- El tiempo de recuperación después de una anestesia administrada con isoflurano a través de un vaporizador Ohio No.8 , es similar al reportado con este agente administrado a través de vaporizadores específicos.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda el uso de el sistema descrito, únicamente en animales cuya capacidad pulmonar permita la administración de anestesia a través de un sistema cerrado.
- 2.- Se recomienda mantener flujos de oxígeno tan bajos como sea posible, para minimizar el gasto de isoflurano.
- 3.- Se recomienda la elaboración de un tapón hermético para la jarra del vaporizador, a fin de evitar el traslado de un frasco a otro y así reducir las pérdidas por volatilización del agente.
- 4.- Se recomienda que la persona que se encargue de la administración del isoflurano, tenga ésta como única atribución, ya que los cambios en la profundidad de la anestesia son muy rápidos.

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la utilización de un vaporizador Ohio No.8 empleado para la administración de isoflurano como anestésico de mantenimiento en 30 perros mayores de 20 libras de peso, durante un tiempo de 30 minutos de anestesia.

Para evitar concentraciones muy altas de isoflurano en el sistema, se removió la mecha del vaporizador.

A partir del momento de la inducción y cada 5 minutos hasta el minuto 30, se registraron los siguientes parámetros: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, temperatura corporal y tiempo de llenado capilar. Una vez concluida la anestesia se tomó el tiempo hasta que los animales fueron capaces de mantenerse en decubito esternal. Todos estos parámetros fueron comparados con los reportados por la literatura, concluyéndose que los vaporizadores Ohio No. 8 pueden ser empleados para administrar isoflurano como anestésico de mantenimiento a perros mayores de 20 libras, manteniendo márgenes de seguridad aceptables.

## X. ANEXOS

## Ficha Del Paciente

nombre: \_\_\_\_\_

Raza: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Riesgo Anestésico: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Medicamentos Preanestésicos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

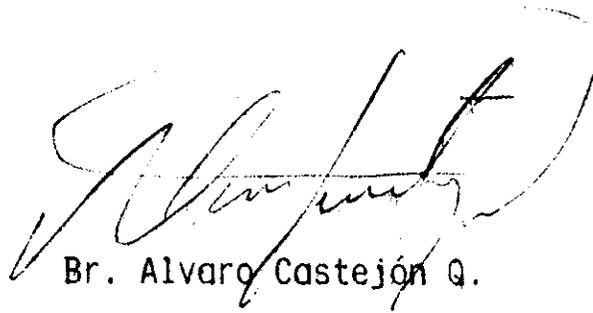
	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
Frecuencia Cardíaca (latidos/min)							
Frecuencia Respiratoria (Respiraciones/min)							
Temperatura ( C)							
Llenado Capilar (seg)							
Saturación de oxígeno (% de saturación)							
Tiempo de Recuperación (min)							
Temperatura jarra ( C)							
Oxígeno (ml/hr)							

## XI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALEXANDER, A. 1986. Técnica quirúrgica en animales y temas de terapéutica quirúrgica. 6 ed. México D.F. Interamericana. 465 p.
- 2.- AMERICAN ANIMAL HOSPITAL ASSOCIATION. (1990, San Francisco, Cal.). 1990. Intravenous and inhalation anesthetic drugs and techniques in cats. Ed. by William Muir. San Francisco, Cal., U.S.A., AAHA. 782 p.
- 3.- ----- (1996 San Antonio, Texas). 1996. Perioperative monitoring of the high risk patient. Ed. by Robert Paddleford. San Antonio, Texas, U.S.A., AAHA. 612 p.
- 4.- BEDNARSKI, R.M. 1993. Vaporizer in circle for delivery of isoflurane to dogs. Journal of the American Veterinary Medicine Association. (U.S.A.) 202:943-948.
- 5.- -----, 1995. Use of in-circle vaporizers to deliver isoflurane. The Compendium on Continuing Education. (U.S.A.) 14:1377-1382.
- 6.- BOOTH, N.; L. McDONALD. 1988. Farmacología y terapéutica veterinaria. Zaragoza, Esp., Acribia. v.2. 1626 p.
- 7.- CHURCHIL, D. 1984. A practice of anesthesia. 5 ed. Chicago, U.S.A., Year Book Medical Publishers. 1263 p.
- 8.- CORNICK-SEAHORN, J.L. 1994. Anesthetic management of patients with cardiovascular disease. The Compendium on Continuing Education. (U.S.A.) 16:1121-1141.
- 9.- DODMAN, N.H. 1989. Anesthesia for small animal patients with disease of the hepatic, renal or gastrointestinal system. British Veterinary Journal. (Britain) 145:3-22.
- 10.- GOODMAN, A. 1985. The pharmacological basis of therapeutics. 7 ed. New York, U.S.A., McMillan. 1362 p.
- 11.- JONES, R.S. 1986. Experimental investigation of the cardiovascular and respiratory effects of increasing concentrations of isoflurane in the dog. Research Veterinary Science. (U.S.A.) 40:89-93.

- 12.- ----- . 1986. Clinical experiences with isoflurane in dogs and horses. *Veterinary Research*. (U.S.A.) 119:8-10.
- 13.- KATSUNG, B. 1987. *Farmacología básica y clínica*. Trad. por Santiago Sapiña. 3 ed. México, D.F., El Manual Moderno. 951 p.
- 14.- NOLAN, A. 1991. Recent developments in inhalation anesthetics. *Waltham International Focus*. (U.S.A.) 3:88-90.
- 15.- OCAMPO, L.; H. SUMANO. 1985. *Anestesia veterinaria en pequeñas especies*. México, D.F., McGraw-Hill. 358 p.
- 16.- THE NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE. (1992, Orlando, Florida). 1992. The advantages of isoflurane compared to halotane in small animal anesthesia. Ed. by Colin Dunlop. Orlando, Florida, U.S.A., 984 p.
- 17.- ----- . (1992, Orlando, Florida). 1992. Anesthesia of pups and kittens under 12 weeks. Ed. by Colin Dunlop. Orlando, Florida, U.S.A., 984 p.
- 18.- ----- . (1992, Orlando, Florida). 1992. Advantages of halotane and isoflurane. Ed. by Nora Mathews. Orlando, Florida, U.S.A., 984 p.
- 19.- ----- . (1992, Orlando, Florida). 1992. Anesthetic protocols for the high risk patient. Edited by Nora Mathews. Orlando, Florida, U.S.A., 984 p.
- 20.- SAWYER, D.C. 1982. *The practice of small animal anesthesia*. Philadelphia, U.S.A., Saunders, 242 p.
- 21.- WEBB, H.; L. OBRIEN. 1988. The effect of acepromazine maleate on the anesthetic potency of halothane and isoflurane. *Journal of the American Animal Hospital Association*. (U.S.A.) 24:609-612.
- 22.- WERNER, R.E. 1987. *Isoflurane anesthesia: a guide for practitioners*. The Compendium on Continuing Education. (U.S.A.) 9:603-606.





Br. Alvaro Castejón Q.

~~Dr. Otto L. Lima L.~~  
Dr. Otto L. Lima L.  
Asesor Principal.

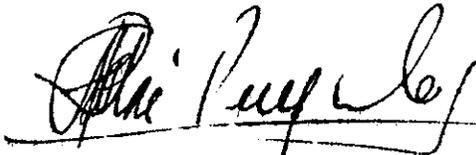
~~Dr. José W. Roma B.~~  
Dr. José W. Roma B.  
Asesor.



Dr. Roberto A. Viau E.  
Asesor.



IMPRIMASE:



Vo.Bo. Dr. José Perezcanto F.  
DECANO