

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



## **TÉCNICAS Y MANEJO DE ANESTESIA INHALADA EN PRIMATES**

**POR:**

**EDMUNDO GUZMÁN GUERRA**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO, 2014**

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA PRESENTADA POR:

EDMUNDO GUZMÁN GUERRA

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORES.

M.V.Z. EDMUNDO GUZMÁN RAMOS

ASESOR PRINCIPAL

M.V.Z. CARLOS R. RASCON DÍAZ

ASESOR

M.C. JOSE LUIS E. SANDOVAL ELIAS

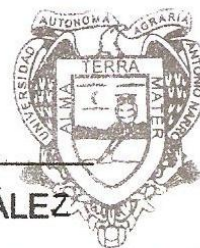
ASESOR

M.V.Z. JORGE ITURBIDE RAMIREZ

ASESOR

M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA PRESENTADA POR:

EDMUNDO GUZMÁN GUERRA

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

JURADO EXAMINADOR:

PRESIDENTE

  
M.V.Z. EDMUNDO GUZMÁN RAMOS

VOCAL

  
M.V.Z. CARLOS RAÚL RASCÓN DÍAZ

VOCAL

  
M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS

VOCAL SUPLENTE

  
M.V.Z. JORGE ITURBIDE RAMÍREZ

  
M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO. JUNIO, 2014

## **Dedicatorias**

Dedico éste trabajo a mis amigos, maestros y todas las personas que estuvieron siempre apoyándome.

Pero sobre todo, dedico éste trabajo a mis papas, a mi hermana, mi cuñado y a mi novia por estar siempre guiándome por el camino y que de una forma u otra sin ellos no podría haber completado ésta etapa de mi vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco a toda mi familia, por todo su apoyo y su confianza depositada en mí, que gracias a ellos hoy estoy cumpliendo el primero de mis sueños.

## Índice

<b>I.Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II. Evaluación Del Paciente</b>	<b>2</b>
<b>III.Historia Clínica</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Examen Físico</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Exploración Física</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Cardiovascular</b>	<b>4</b>
<b>3.4 Pulmonar</b>	<b>4</b>
<b>3.5 Hepática</b>	<b>4</b>
<b>3.6 Renal</b>	<b>4</b>
<b>3.7 Gastrointestinal</b>	<b>4</b>
<b>3.8 Sistema Nervioso Y Órganos Sensoriales</b>	<b>5</b>
<b>3.9 Metabólica Endocrina</b>	<b>5</b>
<b>3.10 Tegumentos</b>	<b>5</b>
<b>3.11 Músculo Esquelético</b>	<b>5</b>
<b>IV Agentes Anestésicos.</b>	<b>6</b>
<b>V Tipos De Agentes Inhalatorios</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Éter Dietílico</b>	<b>7</b>
<b>5.2 Óxido Nitroso</b>	<b>7</b>
<b>5.3 Compuestos Halogenados</b>	<b>7</b>
<b>VI Distribución Y Eliminación De Anestésico Inhalatorio.</b>	<b>8</b>

<b>VII</b>	<b>Características Físico - Químicas.</b>	<b>9</b>
<b>7.1</b>	<b>Características Químicas.</b>	<b>9</b>
<b>7.2</b>	<b>Características Físicas</b>	<b>9</b>
<b>7.3</b>	<b>Presión De Vapor.</b>	<b>10</b>
<b>7.4</b>	<b>Solubilidad.</b>	<b>10</b>
<b>7.5</b>	<b>Coeficiente De Partición.</b>	<b>11</b>
<b>7.5</b>	<b>Coeficiente De Partición Sangre/Gas.</b>	<b>11</b>
<b>7.6</b>	<b>Coeficiente De Partición Grasa/Gas.</b>	<b>12</b>
<b>7.7</b>	<b>Efecto Del Segundo Gas.</b>	<b>12</b>
<b>7.8</b>	<b>Volumen “Tidal” O De Aire Corriente (Vt).</b>	<b>12</b>
<b>7.9</b>	<b>Espacio Anatómico Muerto.</b>	<b>12</b>
<b>7.10</b>	<b>Espacio Mecánico Muerto.</b>	<b>12</b>
<b>7.11</b>	<b>Concentración Alveolar Mínima (Cam)</b>	<b>12</b>
<b>7.12</b>	<b>Factores Que Influyen En El Valor De Cam.</b>	<b>13</b>
<b>VIII</b>	<b>Fármacos Usados Para La Medicación Preanestésica</b>	<b>14</b>
<b>IX</b>	<b>Etapas De La Anestesia</b>	<b>15</b>
<b>9.1</b>	<b>Etapa I</b>	<b>15</b>
<b>9.2</b>	<b>Etapa li</b>	<b>15</b>
<b>9.3</b>	<b>Etapa lii</b>	<b>15</b>
<b>X</b>	<b>Mecanismo De Acción De Los Agentes Inhalatorios</b>	<b>16</b>
<b>10.1</b>	<b>Eliminación De Los Anestésicos Inhalatorios</b>	<b>17</b>
<b>XI</b>	<b>Farmacología De Los Agentes Inhalatorios</b>	<b>18</b>
<b>11.1</b>	<b>Isoflurano</b>	<b>18</b>

<b>11.2 Sevoflurano</b>	<b>19</b>
<b>11.3 Halotano</b>	<b>20</b>
<b>11.4 Óxido Nitroso</b>	<b>22</b>
<b>11.5 Enflurano</b>	<b>24</b>
<b>11.6 Desflurano</b>	<b>24</b>
<b>11.7 Éter</b>	<b>24</b>
<b>XII Monitorización Del Paciente</b>	<b>26</b>
<b>12.1 Monitorización Del Sistema Respiratorio.</b>	<b>27</b>
<b>12.2 Monitorización Respiratoria No Invasiva.</b>	<b>27</b>
<b>12.3 Monitorización Respiratoria Invasiva.</b>	<b>27</b>
<b>12.4 Monitorización Del Sistema Cardiovascular.</b>	<b>28</b>
<b>12.5 Monitorización Cardiovascular No Invasiva.</b>	<b>28</b>
<b>12.6 Presión Sanguínea Arterial No Invasiva.</b>	<b>29</b>
<b>12.7 Presión Sanguínea Venosa Central Invasiva.</b>	<b>29</b>
<b>12.9 Gasto Cardíaco.</b>	<b>29</b>
<b>12.10 Monitorización De La Temperatura.</b>	<b>29</b>
<b>XIII Agentes Utilizados En El Periodo Pos Anestésico Y Emergencias.</b>	<b>31</b>
<b>XIV Máquina De Anestesia Inhalatoria.</b>	<b>32</b>
<b>14.1 tanque De Oxígeno</b>	<b>33</b>
<b>14.2 Regulador.</b>	<b>33</b>
<b>14.3 Válvula De Oxígeno.</b>	<b>34</b>
<b>14.4 Vaporizador.</b>	<b>35</b>
<b>14.5 Bolsa Reservorio</b>	<b>35</b>



<b>14.6 Cánister O Filtro De Carbónico.</b>	<b>36</b>
<b>14.7 Tubos Corrugados</b>	<b>37</b>
<b>14.8 Mascarillas.</b>	<b>38</b>
<b>14.9 Tubos Endotraqueales.</b>	<b>38</b>
<b>14.10 Intubación Endotraqueal</b>	<b>39</b>
<b>XV Circuitos Anestésicos.</b>	<b>40</b>
<b>15.1 Circuitos Abiertos.</b>	<b>40</b>
<b>15.2 Circuito Semicerrado</b>	<b>40</b>
<b>15.3 Circuito Cerrado.</b>	<b>41</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>43</b>

## Índice de cuadros y figuras.

Cuadro1.Dosis de tranquilizantes usados comúnmente en primates	14
Cuadro 2.Agentes más utilizados en emergencias	31
Figura 1. Observación del paciente	26
Figura 2. Pulsioxímetro	28
Figura 3. Electrocardiograma	29
Figura 4. Tanques de oxígeno	33
Figura5. Regulador	34
Figura 6. Válvula de oxígeno	34
Figura 7. Vaporizador de isoflurano	36
Figura 8. Bolsa reservorio	36
Figura 9. Cánister de cal sodada	37
Figura 10. Tubo en “Y”	37
Figura 11. Tubo en “T”	37
Figura 12. Máscaras de anestesia	38
Figura 13. Tubos endotraqueal	39
Figura 14. Intubación endotraqueal	39
Figura 15. Circuito abierto de anestesia inhalada	40
Figura 16. Circuito cerrado de anestesia inhalada	41

## Resumen

Los anestésicos inhalados se utilizan para producir anestesia general. Su manejo es adecuado para todas las especies, incluidos primates, reptiles, aves y otros animales de zoológico. El manejo seguro exige el conocimiento no solo de sus efectos farmacológicos, sino también sus propiedades físicas y químicas. En el caso ideal estos fármacos producen inconsciencia (hipnosis), hiporreflexia y analgesia. El anestésico inhalatorio óptimo es fácil de controlar, permite una rápida inducción y recuperación de la anestesia y tiene relativamente pocos efectos adversos secundarios en los pacientes como primates.

Propiedades del anestésico

- 1- Que no sea irritante.
- 2- Que se maneje con facilidad, produzca una inducción rápida y una rápida recuperación.
- 3- Que produzca una adecuada relajación muscular.
- 4- Que produzca una adecuada analgesia.
- 5- Que no sea tóxico para el animal ni para los seres humanos.
- 6- Compatible con otros fármacos.

Circuitos de Respiración

Existen diferentes tipos de circuitos de respiración según los métodos de administración de anestésico. Dado que los anestésicos inhalatorios son caros y su acumulación en el ambiente del quirófano no es conveniente, estos gases son reutilizados.

Método abierto: no tiene bolsa reservorio; no se produce reinspiración de gases.

Método semicerrado: tiene bolsa reservorio; la reinspiración de gases es parcial.

Método cerrado: tiene bolsa reservorio; la reinspiración de gases es total.

Los agentes anestésicos por inhalación pueden ser: Líquidos volátiles o gases. Entre los gases, el más empleado es el óxido nitroso y entre los líquidos volátiles, el halotano, el metoxiflurano, el enflurano y el isoflurano.

Palabras clave:

- Anestesia
- Inhalada
- Gases
- Primates
- Manejo

## **I. Introducción**

La anestesia inhalatoria es tan habitual en anestesia humana y veterinaria que resulta difícil de imaginar el impacto que produjo la introducción del primer anestésico inhalatorio en el campo de la cirugía. Antes de la aparición de la anestesia cada intervención quirúrgica estaba asociada a dolor y era necesario que los cirujanos trabajaran a toda prisa mientras los ayudantes inmovilizaban manualmente al paciente. La introducción del éter dietílico en 1842 y el óxido nitroso en 1844 permitió llevar a cabo una cirugía menos cruenta y segura, constituyendo uno de los avances más importantes de la medicina.

La anestesia inhalatoria continua siendo la anestesia quirúrgica más segura y frecuente. En la actualidad los agentes inhalatorios que se utilizan con más frecuencia en pequeños animales son el isoflurano y el sevoflurano siendo de menor uso el halotano. De los múltiples agentes inhalatorios que existen, estos dos han demostrado ser los que mejor se adaptan a los pacientes veterinarios basándose en su comodidad, costo, seguridad y efectividad. En algunas clínicas e instituciones de referencia se utilizan ocasionalmente metoxiflurano, enflurano, desflurano y óxido nitroso. Otros agentes inhalatorios utilizados en el pasado (como éter dietílico, cloroformo y tricloroetileno) en la actualidad solamente un interés histórico.

Los fármacos anestésicos por inhalación se usan para producir anestesia general. Pueden utilizarse en todas las especies, incluyendo reptiles, aves y mamíferos tanto domésticos como de zoológicos. Su empleo inocuo requiere conocimientos, no solo sobre sus efectos farmacológicos, sino también sobre sus propiedades físicas y químicas. Idealmente, estos fármacos producirán inconciencia (hipnosis), hiporreflexia, y analgesia. El mantenimiento por medio de anestesia inhalada ofrece un despertar más rápido por su depuración a través de los pulmones y además, no tiene un efecto acumulativo en el organismo, estas dos ventajas nos permiten ofrecer al paciente una anestesia más segura. En anestesia veterinaria, la popularidad de las técnicas mediante agentes inyectables se debe a que requieren de un mínimo equipo.

Sin embargo, la depresión de los reflejos de las vías aéreas y la hipo ventilación que caracterizan la mayoría de las técnicas inyectables justifican la intubación endotraqueal, el enriquecimiento del gas inspirado con oxígeno (O<sub>2</sub>) y la insuflación intermitente de los pulmones. La ventaja de las técnicas inhalatorias es que tienen un lugar asegurado en animales de compañía a pesar de la dependencia de equipos complicados. Por lo tanto, los veterinarios que sólo utilizan la anestesia inyectable necesitan entender cómo se hacen funcionar algunos equipos de anestesia volátil. Resulta esencial conocer la máquina de anestesia y los diversos circuitos de administración de anestésicos inhalatorios para su empleo seguro.

De igual manera, es importante la determinación de las velocidades correctas de flujo de oxígeno en diversos circuitos de liberación de gases y la evacuación de gases residuales. La monitorización es una parte integral de la anestesia moderna. La detección temprana de los trastornos fisiológicos inducidos por el anestésico incrementa la seguridad de la anestesia y realza la probabilidad de una recuperación de la conciencia sin incidentes notables. Este manual presenta los principios básicos de la captación y distribución de los anestésicos para inhalación así como del uso de la máquina de anestesia.

## **II. Evaluación del paciente**

La evaluación pre anestésica detallada es esencial para elegir la medicación, el monitoreo y otras medidas de sostén (líquidos, ventilación) (Paddleford 2000).

El objetivo de una evaluación previa a la anestesia es determinar el estado físico del animal. Éste se determina por:

- a) La historia clínica
- b) La inspección visual (actitud, condición, complexión, temperamento).
- c) La palpación, percusión y auscultación.
- d) Los resultados de laboratorio y procedimientos diagnósticos específicos.

El examen físico deberá acompañarse de una evaluación de los sistemas nervioso, cardiopulmonar, hepático y renal para consultar datos y analizar los riesgos de la anestesia. (Thurmon *et al.*, 2003).

Algunas de las características que pueden apreciarse en la inspección, son la coloración de mucosas, la existencia de caquexia u obesidad, el grado de consciencia o algún tipo de dificultad respiratoria. (Ezquerro *et al.*, 1992). Mediante la palpación se pueden determinar, entre otros parámetros, el grado de sequedad de las mucosas, el tamaño de los ganglios linfáticos y el pulso. Por último se realiza la percusión de la cavidad torácica y la auscultación del aparato respiratorio y del corazón, lo que permite detectar fundamentalmente arritmias y soplos. (Ezquerro *et al.*, 1992).

### **III. Historia clínica**

El examen de un animal no se considera completo sin una adecuada anamnesis.

La obtención de un buen historial requiere habilidad y pericia que, como todas las artes técnicas, debe practicarse y refinarse continuamente (Mckelvey y Wayne 2003).

Hay que registrar todos los resultados del examen en su historial, ya sea en la base de datos de un ordenador o en papel. Un formulario preparado para este registro acelera el proceso y ayuda a asegurar que se ha recogido toda la información necesaria y se han realizado los procedimientos adecuados (Seymour y Gleed 2001).

Es recomendable obtener una base de datos mínima de cada paciente. Si la información obtenida de un determinado animal revela la presencia de algún riesgo potencial, el veterinario podrá optar entre modificar el protocolo anestésico o posponer (incluso cancelar) la anestesia.

La base de datos mínima para el paciente debe incluir la siguiente información:

- 1.- Anamnesis del paciente.
- 2.- Naturaleza de la intervención a llevar a cabo bajo anestesia.
- 3.- Examen físico completo.
- 4.- Pruebas diagnósticas requeridas por el veterinario que pueden incluir radiografías, electrocardiografía, uroanálisis, hematológica y bioquímica clínica (Mckelvey y Wayne 2003).

Debe contener una descripción completa del animal, pues factores como la edad, el sexo o el peso pueden afectar el metabolismo de los fármacos anestésicos.

También es interesante conocer su historial médico, sobre todo en lo referente a Intervenciones quirúrgicas, anestesia recibida y reacción del paciente a alergias a medicamentos, etc. (Ezquerro *et al.*, 1992).

#### **3.1 Examen físico**

Para empezar el examen físico, se debe observar al paciente cuando entra al cuarto, continuar la evaluación visual del paciente mientras se efectúa la historia clínica, observar el estado general del cuerpo y las anomalías en conducta, actitud, postura, ambulación y patrón respiratorio (Birchard y Sherding 1996).

El animal debe ser evaluado en forma sistémica durante el examen físico incluyendo a todos los sistemas corporales (una vez anestesiado). Considerar la condición general del enfermo (condición corporal, actitud) en los pacientes

traumatizados se debe efectuar los exámenes neurológicos, además de las evaluaciones respiratorias, gastrointestinales, cardiovasculares y del sistema urinario.

Las emergencias pueden permitir solo una exploración breve hasta que el paciente este estabilizado. La evaluación del estado físico pre anestésico es uno de los mejores determinantes de la probabilidad de emergencias cardiopulmonares durante y después de la cirugía; a mayor deterioro del estado físico, más elevado es el riesgo de las complicaciones anestésicas y operatorias.(Fossum 1999).

### **3.2 Exploración física**

- a).-Obesidad.
- b).-Caquexia.
- c).-Gestación.
- d).-Hidratación.
- e).- Temperatura.
- f).- Tranquilo y excitado.
- g).- Nervioso o inquieto.

### **3.3 Cardiovascular**

- a).-Frecuencia y ritmo cardíaco
- b).-Presión arterial y calidad y regularidad del pulso
- c).- Tiempo de llenado capilar (<1,5 seg.)
- d).-Auscultación (ruidos cardíacos).

### **3.4 Pulmonar**

- a).-Frecuencia profundidad y esfuerzo respiratorios:  
Por lo general de 15 a 25 respiraciones por minuto en especies pequeñas (*Saguinus*) y de 8 a 20 en especies grandes (*Alouattas*)
- b).-Membranas mucosas, palidez (anemias o vasoconstricción). Cianosis.
- c).-Auscultación (sonidos respiratorios)
- d).-Obstrucción de las vías aéreas respiratorias superiores
- e).-Percusión.

### **3.5 Hepática**

- a).-Ictericia
- b).- Coagulopatía
- C.-Coma y convulsiones

### **3.6 Renal**

- a).-Oliguria, anuria
- b).-Poliuria, polidipsia

### **3.7 Gastrointestinal**

- a).-Diarrea
- b).-Vómitos
- c).-Distensión
- d).-Auscultación de ruidos intestinales
- e).-Palpación rectal cuando sea adecuado.

### **3.8 Sistema nervioso y órganos sensoriales**

- a).-Agresividad/ depresión.
- b).-Convulsiones
- c).-Desmayos
- d).-Coma

### **3.9 Metabólica endocrina**

- a).-Temperatura (hipotermia, hipertermia)
- b).-Pérdida de pelo
- C.-Hipertiroidismo, hipotiroidismo
- d).-Diabetes

### **3.10 Tegumentos**

- a).-Hidratación
- b).-Neoplasias (metástasis pulmonares)
- c).- Enfisema subcutáneo (costillas fracturadas)
- d).-Parásitos (pulgas, ácaros), anemia.
- e).- Pérdida de pelo
- f).- Quemaduras (pérdidas de líquidos y electrolitos)
- g).-Traumatismos

### **3.11 Músculo esquelético**

- a).-Masa muscular (% de grasa)
- b).-Debilidad
- c).-Desequilibrio electrolítico (hipopotasemia, hipocalcemia).
- d).-Fracturas.



#### **IV Agentes anestésicos.**

Los agentes inhalatorios tienen varias ventajas, incluyendo la administración conjunta con oxígeno, la facilidad con la que se cambia la profundidad de la anestesia, y el hecho de que la recuperación no depende del metabolismo. Los agentes se eliminan principalmente por exhalación. Se administran por circuitos de respiración: circuitos abiertos y cerrados. (Birchard y Sherding 1996).

La estructura química de los anestésicos inhalados y sus propiedades físicas son determinantes en su mecanismo de acción y en la seguridad de la administración. Las características fisicoquímicas determinan e influyen en las consideraciones prácticas, como la forma de administración (por ejemplo gas o líquido), resistencia de la molécula a la degradación por factores físicos (exposición a la luz o calor) y estabilidad al entrar en contacto con otros materiales (metal, plástico, cal sodada) (Ibancovich 2009).

Consideraciones generales:

I. Los agentes para la inhalación son vapores o gases que se administran directamente en el aparato respiratorio.

II. Deben ser absorbidos desde los alvéolos hacia la corriente sanguínea y pasar al encéfalo para producir una tensión cortical (presión parcial en el encéfalo).

III. La duración de los efectos clínicos de los anestésicos o inhalación no depende principalmente del organismo, sino que son eliminados con relativa rapidez por los pulmones.

IV. Debido a la relativa rapidez en la captación y en la eliminación, se puede ejercer un buen control sobre la profundidad de la anestesia, aunque es necesaria una vigilancia constante del paciente (Muir *et al.*, 2001).

## **VTipos de agentes inhalatorios**

### **5.1 Éter dietílico**

Fue durante muchos años, el anestésico más utilizado. Los animales anestesiados con este agente normalmente mantenían un gasto cardíaco y una presión arterial relativamente estable, aunque la frecuencia cardíaca podía estar ligeramente aumentada. El éter no sensibiliza el corazón a la epinefrina con lo que existía poco riesgo de arritmias cardíacas. Produce una buena relajación muscular y analgesia. (Mckelvey y Wayne 2003).

La inducción es desagradable para el animal y las propiedades irritantes del éter pueden causar tos, secreciones bronquiales y salivares profusas y, ocasionalmente, laringoespasma (Flecknell 1996).

El éter es inflamable y explosivo y para un almacenamiento seguro es necesaria una nevera a prueba de explosiones (Mckelvey y Wayne 2003).

### **5.2 Óxido nitroso**

A pesar de que el óxido nitroso se introdujo como anestésico hace más de 150 años todavía se utiliza extensamente en anestesia humana y en menor proporción en anestesia veterinaria. (Mckelvey y Wayne 2003).

En contraste con otros agentes inhalatorios (que son líquidos) el óxido nitroso es un gas y, como tal, se administra directamente de las bombas de aire comprimido y su administración no requiere el uso de vaporizador.

### **5.3 Compuestos halogenados**

Los agentes más utilizados son el isoflurano, el sevoflurano que son químicamente similares y pertenecen al grupo de los compuestos orgánicos halogenados (clorofluorcarbonados). Otros clorofluorcarbonados son el metoxiflurano, enflurano. Estos agentes son líquidos a temperatura ambiente pero se vaporizan con rapidez en el interior de una máquina anestésica. Para mantener la anestesia general se administra el anestésico vaporizado mezclado con oxígeno.(Sakai*et al.*, 2005).

## **VI Distribución y eliminación de anestésico inhalatorio.**

El líquido anestésico se vaporiza en la máquina anestésica, se mezcla con oxígeno y se administra al paciente mediante una máscara o un tubo endotraqueal. El anestésico viaja por las vías respiratorias hasta los alvéolos pulmonares, donde difunde a través de las células alveolares y entra en el torrente sanguíneo (Mckelvey y Wayne 2003).

Considerando un gasto cardíaco fisiológico y que el coeficiente de partición sangre/gas del anestésico es una característica intrínseca a éste, durante la inducción anestésica, la captación de un anestésico desde el alveolo hacia la sangre dependerá exclusivamente del gradiente de presión que se genere entre estos dos compartimentos, y seguirá habiendo captación hasta que se produzca un equilibrio entre las presiones parciales del anestésico en el alvéolo y la sangre venosa (Tendillo y Santos 2006).

Al igual que con los inyectables, los anestésicos inhalatorios llegan a los tejidos procedentes del torrente sanguíneo y los tejidos más irrigados (cerebro, corazón, riñón) se saturan de anestésico con más rapidez que otros tejidos menos irrigados como el músculo esquelético o el tejido adiposo (Mckelvey y Wayne 2003). Debido a la relativamente alta liposolubilidad, el anestésico abandona la circulación y entra en el encéfalo, induciendo la anestesia. La profundidad anestésica viene determinada por la presión parcial del agente en la sangre y en los alvéolos. La anestesia se mantendrá mientras se suministre una cantidad suficiente de anestésico inhalatorio a los alvéolos, de manera que se mantenga la concentración sanguínea, alveolar y cerebral (Mckelvey y Wayne 2003).

Cuando se reduce el porcentaje de anestésico administrado, o se interrumpe el suministro de anestésico, se produce una disminución de la cantidad de fármaco en los alvéolos. Igualmente, durante la recuperación anestésica, la eliminación del anestésico inhalatorio dependerá del gradiente que se genere, en este caso, entre la sangre y el alvéolo, siempre y cuando el animal continúe respirando y eliminando anestésico de los alvéolos (Tendillo y Santos 2006).

## **VII Características físico -químicas.**

### **7.1 Características químicas.**

Todos los anestésicos inhalatorios que existen en la actualidad son componentes orgánicos, excepto el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Los agentes de interés actual se clasifican además como hidrocarburos alifáticos o éteres. En la búsqueda continua de un anestésico inhalatorio menos reactivo, más potente y no inflamable, predomina la tendencia a halogenizar dichos componentes (Thurmon *et al.*, 2003).

Solo el enflurano, el isoflurano y el sevoflurano son estables en presencia de luz y no necesitan conservantes para almacenamiento. Tanto como el halotano como el metoxiflurano pueden degradarse y convertirse en productos tóxicos si quedan expuestos a la luz solar, por esta razón se comercializan en botellas oscuras. Además al halotano se le añade un conservante (0.01% de timol) se acumula como residuo en el recipiente y puede afectar la mecánica y las características del vaporizador (Seymour y Gleed 2001).

Como el halotano y el metoxiflurano reaccionan con metales como el aluminio y el latón, el equipo anestésico debe estar fabricado con otros materiales, por otro lado en mayor o menor grado, todos los anestésicos inhalatorios reaccionan con la cal para producir monóxido de carbono (CO), pero la magnitud de la producción es mayor con el desflurano y el enflurano, intermedia con el isoflurano y menor con el halotano y el sevoflurano.

El monóxido de carbono (CO) es tóxico, así que hay que evitar su acumulación en los circuitos de respiración. Esta interacción no es cuantitativamente suficiente para impedir el uso de agentes inhalatorios, sin embargo, debe evitarse utilizar anestésico inhalatorios de monóxido de carbono CO y reemplazar periódicamente el absorbente por otro fresco y húmedo. (Seymour y Gleed 2001).

### **7.2 Características físicas**

El conocimiento de las propiedades físicas de los anestésicos inhalatorios tales como la presión de vapor, la solubilidad y los coeficientes de partición es importante para el uso clínico de estos agentes durante la inducción, recuperación y cambios de planos anestésicos (Tendillo y Santos 2006).

Las moléculas de estos líquidos están en constante movimiento entre la fase líquida y la fase gaseosa. Este proceso es dinámico y solo se alcanza un equilibrio cuando el número de moléculas que se transforman en gas es equivalente al número de moléculas que se vuelven hacer líquido. Cuando se alcanza el equilibrio entre estas dos fases, las moléculas en fase gaseosa a temperatura ambiente y una presión a nivel del mar (presión parcial en mmHg o kPa) es la denominada presión de vapor. (Tendillo y Santos 2006).

Cada anestésico inhalatorio tiene un único rango de presiones de vapor que depende de su temperatura; cuando la temperatura aumenta, lo hace la presión de

vapor. A una temperatura ambiental confortable de 20°C, el rango de presiones de vapor varía bastante, desde 23 mmHg del metoxiflurano a 681 mmHgdesflurano.

Basándose en esta información puede deducirse cuál es la concentración máxima de determinado anestésico (Seymour y Gleed 2001). Los agentes inhalatorios se suministran como un gas o como un líquido volátil bajo condiciones ambientales, se les aplica los mismos principios físicos que cuando están en estado gaseoso. Se puede predecir el comportamiento de los gases gracias al conocimiento de varias leyes sobre los mismos. Relaciones como las descritas ley de Boyle, (volumen/presión), la ley de Charles, (volumen/temperatura), la ley de Gay-Lussac (temperatura/presión), la ley de Dalton de la presión parcial (la presión total de una mezcla de gases importantes es igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de ellos), y otras son importantes para comprender los gases los vapores anestésicos (Thurmon 2003).

Estos agentes también difieren en sus propiedades farmacológicas que incluyen sus efectos sobre los sistemas cardiovascular, respiratorio y otros sistemas vitales (Mckelvey y Wayne 2003).

### **7.3 Presión de vapor.**

La presión de vapor de un agente inhalatorio es la tendencia de una molécula para pasar de fase líquida a fase gaseosa y depende de la temperatura. La presión de vapor de los anestésicos inhalatorios suele calcularse a 20° o 22 °C que es la temperatura de la sala. Este dato es importante ya que determina la velocidad de evaporación del líquido en el vaporizador de la máquina anestésica. Los agentes con una presión de vapor alta, como el halotano o el isoflurano, se denominan volátiles debido a que se evaporan con facilidad. Tanto el halotano como el isoflurano se evaporan tan rápido que pueden alcanzar una concentración superior al 30% en el oxígeno administrado en el paciente, un nivel que puede causar una sobredosis anestésica mortal, los vaporizadores están diseñados para regular y controlar los factores que influyen en la vaporización de los anestésicos líquidos; el vaporizador de precisión limita la evaporización de estos agentes y permite un uso anestésico seguro, los vaporizadores de precisión permiten una concentración máxima del 5%, nivel que es suficiente para todos los usos prácticos; sin embargo, hay otros que pueden volatilizar cualquier anestésico pero requieren de un anestesista experimentado calcule los flujos de gas para determinar la concentración de distribución del fármaco (Seymour y Gleed 2001; Mckelvey y Wayne 2003).

### **7.4 Solubilidad.**

Es la capacidad de un agente anestésico inhalatorio en su forma gaseosa de disolverse en un líquido o en un sólido. La cantidad de gas que se disuelve depende del propio gas, de su presión parcial, la naturaleza del solvente y de la temperatura (Tendillo y Santos).

Este término describe como un anestésico se distribuye entre dos fases (por Ej. Entre sangre y gas, entre tejido y sangre). Es la mayor o menor capacidad de difundirse en un medio (Muir *et al.*, 2001).

La solubilidad de un anestésico es la principal característica del agente y tiene importantes consecuencias clínicas. Por ejemplo, la solubilidad anestésica sanguínea y tisular es un factor básico de su ritmo de absorción y distribución a través del organismo. Es un factor determinante de la velocidad de inducción y recuperación de la anestesia. La solubilidad en los lípidos comporta una importante relación con la potencia anestésica, y su tendencia a disolverse en los componentes del suministro anestésico, como los objetos de goma, influye en la selección del material y en otros aspectos de control de la anestesia. (Thurmon 2003).

### **7.5 Coeficiente de partición.**

El coeficiente de solubilidad sangre/gas (o coeficiente de reparto) es la medición de la distribución del agente inhalatorio entre las fases sanguínea y gaseosa del organismo es un cálculo de la tendencia de determinado anestésico a encontrarse en estado gaseoso o disolverse en la sangre (Mckelvey y Wayne 2003).

Un anestésico inhalatorio con un coeficiente de solubilidad bajo tiende a mantenerse en la fase gaseosa de los alvéolos pulmonares en lugar de disolverse en los tejidos y en la sangre, con lo que se alcanza una alta concentración en los alvéolos y un fuerte gradiente de difusión hacia la sangre.

Un agente con un coeficiente de solubilidad bajo, aunque no sea intrínsecamente soluble en sangre, entrará rápidamente en la circulación y, por lo tanto, en el cerebro, provocando una rápida inducción y recuperación. Asumiendo un equilibrio entre las dos fases sangre/gas, un anestésico será tanto más rápido cuando más insoluble sea en sangre, y por tanto más bajo sea su coeficiente de partición sangre/gas (Tendillo y Santos 2006).

Los anestésicos con coeficiente de separación alto serán extremadamente solubles en la sangre y los tejidos. Éstos absorben el anestésico con lo que no se alcanzan niveles altos de anestésico en los alvéolos y no se establece un gradiente de concentración, saturan la sangre con lentitud, de modo que la inducción y la recuperación son prolongados; los agentes muy solubles quedan atrapados en la sangre y los tejidos derivando en una menor salida hacia el encéfalo y una mayor distribución por el organismo (Mckelvey y Wayne 2003). La cantidad de flujo sanguíneo a través de los pulmones también ayuda a determinar la captación alveolar de anestésico, cuanto mayor es el volumen de sangre expuesto al gas anestésico, más moléculas incorpora (Paddleford 2000).

### **7.6 Coeficiente de partición sangre/gas.**

El más utilizado en anestesia es el de sangre gas; un coeficiente sangre/gas de 3 para un determinado fármaco quiere decir que cuando exista el equilibrio, habrá

tres volúmenes del mismo en la sangre y uno en el gas. Por tanto, los fármacos con un coeficiente de solubilidad sangre/gas alto tendrán tiempos de inducción y de recuperación largos, ya que son necesarias grandes cantidades de anestésico antes de que la presión parcial del mismo en la sangre sea lo suficientemente alta como para que esta comience a liberarlo y pueda producir anestesia (Pérez *et al.*, 1999).

### **7.7 Coeficiente de partición grasa/gas.**

Se utiliza este coeficiente para determinar la potencia anestésica de anestésicos inhalatorios. Asumiendo un equilibrio entre las dos fases, un anestésico será tanto más potente cuanto mayor sea su coeficiente de partición grasa/gas, y por tanto más soluble en grasa (el cerebro está formado en su mayor parte por lípidos) (Tendillo y Santos 2006).

### **7.8 Efecto del segundo gas.**

Es el aumento de la solubilidad de un gas cuando se mezcla con otro más soluble.

### **7.9 Volumen “tidal” o de aire corriente (vt).**

Es la cantidad de aire que inspira o espira un animal en cada movimiento respiratorio. En la práctica se obtiene multiplicando el peso corporal (kg) por 10 ó 15 y expresando el resultado en mililitros. (Kurt 2008)

Volumen minuto.

Resultado de multiplicar el volumen “tidal” por la frecuencia respiratoria.

### **7.10 Espacio anatómico muerto.**

Es el espacio delimitado por las vías respiratorias. El aire de este espacio no está sometido a ningún intercambio gaseoso. Supone aproximadamente un 30% de la capacidad pulmonar.

### **7.11 Espacio mecánico muerto.**

Es el espacio delimitado por los componentes del circuito anestésico, cuyo aire no participa en ningún intercambio gaseoso con el paciente (Pérez *et al.*, 1999).

### **7.12 Concentración alveolar mínima (CAM)**

Éste término se refiere a la cantidad de anestésico inhalatorio que debe administrarse para causar el efecto deseado (por ej. anestesia total), y el índice estándar de la potencia anestésica de los anestésicos inhalatorios es la concentración alveolar mínima CAM (Muir *et al.*, 2001).

La CAM se refiere a la concentración alveolar mínima de un anestésico a una atmósfera de presión que produce inmovilidad en el 50% de los sujetos expuestos a un estímulo nocivo máximo; es una medida de la potencia del anestésico. Cuanto más bajo sea el valor de CAM, más baja será la concentración requerida y por tanto más potente el anestésico. (Seymour y Gleed 2001).

La concentración de anestésico que puede administrarse al animal está influida por el punto de ebullición del fármaco. Cuanto más bajo sea el punto de ebullición de un anestésico, más fácil será que se vaporice y, por tanto, más alta la concentración que puede administrarse (Flecknell 1996).

Entre las diferentes especies la variabilidad de la CAM es mínima, sin embargo, en humanos la CAM para el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es de 104% haciéndolo el anestésico menos potente, el N<sub>2</sub>O es usualmente administrado con otros agentes anestésicos de mayor potencia (Ibancovich2009).

### **7.13 Factores que influyen en el valor de CAM.**

La CAM varía en función de la especie, edad y temperatura corporal del paciente. Determinados factores como la presencia de patologías, gestación, obesidad o tratamiento con otros fármacos también puede alterar la potencia del anestésico (Mckelvey y Wayne 2003). La CAM del sevoflurano es afectada por la edad principalmente (Yamashita 2009).

La CAM de un inhalatorio dado se reduce con el uso concomitante de analgésicos (opiáceos), hipnóticos sedantes (alfa 2 agonistas) o tranquilizantes. La morfina administrada a los perros reduce la CAM en un (17-33%) dependiendo la dosis utilizada; la acepromacina (0,02- 0,2 mg/Kg. i.m) disminuye el CAM del halotano en un 40% aproximadamente; la medetomidina (30 g/kg i.m reduce la CAM del isoflurano en un 53% (Seymour y Gleed 2001).



## VIII Fármacos usados para la medicación preanestésica

Los fármacos para la premedicación anestésica son un factor importante en el control seguro de la anestesia. Cuando se utilizan adecuadamente, reducen el estrés y la depresión cardiopulmonar, así como los efectos nocivos asociados a muchos anestésicos intravenosos (I.V.) e inhalatorios. Los fármacos preanestésicos casi siempre reducen la dosis de los anestésicos inyectables o inhalatorios.

Los fármacos usados rutinariamente como medicación preanestésica se incluyen clásicamente en una de estas cuatro categorías: Anticolinérgicos aunque son causa de controversia, se han utilizado para limitar la secreción excesiva de saliva y prevenir la taquicardia.

Fenotiazina y tranquilizantes son usados para producir un efecto calmante y reducir la cantidad precisa de anestésico general para provocar la anestesia.

Xilacina y combinaciones de tranquilizantes narcóticos usados para provocar sedación y sueño sin determinar anestesia general. Nota: La administración de xilacina sola causa depresión respiratoria, excitación, convulsiones y una recuperación de anestesia prolongada, no se recomienda como anestésico único. (Pérez 2004)

Narcóticos empleados para producir un efecto calmante y un efecto analgésico (Muir et al., 2007).

Consideraciones generales:

- a). Ayuda en la inmovilización del animal.
- b). Calmar el temor y/o reducir al mínimo el dolor.
- c). Reducir la cantidad de fármacos potencialmente más peligrosos usados para producir sedación, analgesia o anestesia general.
- d). Conseguir de forma segura y sin complicaciones la inducción, mantenimiento y recuperación de la anestesia.
- e). Reducir al mínimo los efectos adversos y potencialmente tóxicos de los fármacos que se administran corrientemente para producir anestesia general.
- f). Conseguir que sea mínima la actividad refleja autonómica sea de origen simpático o parasimpático.

Cuadro 1. Dosis de tranquilizantes y sedantes usados comúnmente en primates (mg/kg).					
	Ketamina	Xilacina	Acepromacina	Dexmedetomidina	Zoletil
monos	2.2 – 5	1.1 – 2.2	0.044-0.088	0.5 - 2	5-10

## **IX ETAPAS DE LA ANESTESIA**

Los anestésicos generales son depresores del SNC, capaces de aumentar progresivamente la profundidad de la depresión central hasta producir la parálisis del centro vasomotor y respiratorio del bulbo y con ello la muerte del paciente. Con el objeto de cuantificar la intensidad de la depresión del sistema nervioso central se han establecido 4 etapas, de creciente profundidad de depresión del SNC.

### **9.1 Etapa I**

Etapa de la analgesia:

1. Desorientación, con reflejos normales o hiperreflexia, es la característica que presenta con mayor frecuencia.
2. Se puede producir una sensación de miedo con liberación de adrenalina y mayor frecuencia cardíaca y respiratoria

### **9.2 Etapa II**

Etapa de deliro y excitación, que representa el período de pérdida inicial de la conciencia:

- 1 Los peligros de la II etapa son movimientos de lucha, lesiones físicas y las consecuencias del aumento de tono simpático.
- 2 Los centros voluntarios del cerebro están deprimidos; el paciente deja de ser consciente de su entorno y sus acciones.
3. Durante la anestesia ligera, el paciente reacciona ante cualquier clase de estímulo externo con una lucha refleja exagerada.
4. Por lo general, las respiraciones son irregulares, tanto en profundidad como en frecuencia, y pueden producirse paradas respiratorias.
5. Los parpados están muy abiertos, y el iris está dilatado a causa de la estimulación simpática.
6. Puede haber los vómitos reflejos, a menos que se halla prohibido la ingesta de alimentos al menos durante 6 horas antes de la anestesia; puede ocurrir expulsión de heces y orina.

### **9.3 Etapa III**

Nivel I: marcado por la aparición de una respiración completamente rítmica:

- a) La retención de CO<sub>2</sub> durante las etapas previas puede doblar el volumen corriente en los primeros minutos.
- b) La premedicación anestésica afecta directamente a la frecuencia y el volumen de la respiración durante la anestesia
- c) Todavía se producen respuestas al dolor, aunque reducidas.

Nivel II: el volumen corriente suele estar disminuido; la frecuencia respiratoria puede estar aumentada o disminuida; la función cardiovascular esta algo disminuida la función cardiovascular solo esta mínimamente afectada.

Nivel III: pérdida de actividad muscular intercostal:

- a) La depresión respiratoria es importante.
- b) La función cardiovascular está bastante deprimida, dependiendo de las características específicas del fármaco anestésico utilizado.
- c) El nivel de anestesia es potencialmente peligroso.

Nivel IV parálisis completa de los músculos intercostales

a). El paso del nivel IV está marcado por el cese de todo esfuerzo respiratorio y la dilatación de la pupila.

b). Por lo general, la función cardiovascular está alterada, con disminución de la contractibilidad cardíaca y vasodilatación que produce hipotensión.

D). Etapa IV Paro respiratorio, seguido de colapso circulatorio; se produce la muerte en cuestión de 1 a 5 minutos. (Muir *et al.*, 2001)

### **X Mecanismo de acción de los agentes inhalatorios**

Algunas teorías apuntan que los anestésicos ejercen su efecto inhibiendo la degradación del ácido gamma-aminobutírico (GABA), un neurotransmisor inhibitorio, con lo que se produce un aumento de los niveles encefálicos de GABA en el paciente anestesiado, inhibiendo la función nerviosa. Los anestésicos se disuelven en la membrana neuronal provocando una pérdida de la capacidad de transmisión del impulso nervioso, con lo que los anestésicos con una liposolubilidad más alta tendrán un efecto más potente que aquellos con una mínima solubilidad lipídica. (Mckelvey y Wayne 2003).

Factores que regulan la liberación de una concentración adecuada de anestésico inhalatorio.

a) Propiedades físicas y químicas del fármaco.

La presión de vapor del fármaco regula la volatilidad de la anestesia por inhalación.

Los puntos de ebullición (excepto del óxido nitroso y el desflurano) son mayores que la temperatura ambiente (27°C).

b). Sistema anestésico:

Las concentraciones proporcionadas al paciente varían según el tipo de sistema anestésico, la velocidad de flujo vehicular, el tipo de vaporizador y la temperatura del mismo.

I. Factores responsables del transporte del anestésico inhalatorio a pulmones y alvéolos.

a). La presión parcial del anestésico inhalatorio en el cerebro depende de su presión parcial alveolar; esta presión alveolar del anestésico depende de: la concentración inspirada y la ventilación alveolar.

II Factores que rigen la captación de anestésico por el cerebro y los tejidos

a). Los mismos que determinan la captación en los pulmones:

Solubilidad (frente al tejido).

Flujo sanguíneo de los tejidos.

Diferencia de tensión del anestésico en tejido y sangre arterial

## 10.1 Eliminación de los anestésicos inhalatorios

### I. Por el pulmón:

- a). Los anestésicos inhalatorios son excretados en gran por los pulmones.
- b). Los mismos factores que afectan a la velocidad de captación del anestésico son importantes para su eliminación:
  - Ventilación pulmonar.
  - Flujo sanguíneo.
  - Solubilidad en sangre y tejidos.
- c). A medida que el gas anestésico es eliminado de los pulmones, la tensión arterial desciende, seguida de la tensión en los tejidos; debido al elevado flujo sanguíneo del cerebro, la tensión del anestésico desciende rápidamente y justifica el rápido despertar de la anestesia cuando se utilizan fármacos insolubles como sevoflurano y desflurano.

Otras vías a través de las cuales se pueden excretar pequeñas cantidades de fármacos anestésicos inhalatorios son piel, leche, mucosas y orina.

### III. Biotransformación:

- a). Los gases anestésicos son metabolizados en el cuerpo en diferentes grados.
- b). El metabolismo se realiza por sistemas de enzimas microsomales hepáticas; se forman varios metabolitos que pueden ser de efectos tóxicos o secuelas.

Aproximadamente el 20% de halotano inspirado es metabolizado, en comparación, con el 50% del metoxiflurano, el 2.5% del isoflurano; menos del 1% del desflurano. (Muir *et al.*, 2001).

## **XI Farmacología de los agentes inhalatorios**

Los agentes inhalatorios, son productos químicos farmacológicamente activos que provocan inconsciencia, varios grados de relajación muscular y analgesia, además de cambios en la función de los sistemas orgánicos. Su administración exige conocimiento de diverso instrumental (p.ej. vaporizadores, medidores de flujo, válvulas de presión) necesario para vaporizar el líquido anestésico y administrar la cantidad exacta al mismo paciente (Muir *et al.*, 2001).

Agentes inhalatorios:

Mayor uso:

- a) Isoflurano
- b) Sevoflurano

Menor uso:

- a) Halotano
- b) Óxido nitroso

Agentes nuevos:

- a) Enflurano
- b) Desflurano

Interés histórico:

- a) Metoxiflurano
- b) Éter.

### **11.1 Isoflurano**

Propiedades físico – químicas:

a) Presentación: frasco con 250 ml o envase hospitalario de 10 frascos de 250 ml, composición 100% de isoflurano. No necesita estabilizantes.

b) Agente de elección para la inducción con máscara o cámara por sus mínimos efectos secundarios. (Pérez *et al* 1999).

c) El bajo coeficiente de solubilidad permita rápidas modificaciones de la profundidad anestésica del paciente durante el curso de la anestesia. Un animal demasiado profundo o demasiado ligero responde con rapidez (en 1 o 2 minutos) al reajuste del nivel del anestésico. (Mckelvey y Wayne 2003).

d) Se utiliza en todas las especies.

e) Es uno de los agentes menos soluble en sangre, tejidos y componentes de goma del circuito anestésico.

f) Como la presión de vapor del isoflurano y el halotano son casi idénticas, la calibración del vaporizador es la misma. (Parás *et al* 2002)

Efectos farmacológicos:

Sistema nervioso.

a) Depresor del sistema nervioso central

a) No aumenta la irrigación craneal tanto como el halotano, con lo que estandicado su uso en pacientes con un traumatismo craneal o un tumor cerebral. (Mckelvey y Wayne 2003)

Efectos cardiovasculares.

a) La depresión cardíaca es menor que con halotano o metoxiflurano.

- b) La anestesia profunda no causa espasmos musculares.
- c) El isoflurano no sensibiliza al corazón a los efectos de la epinefrina, con lo que no es arritmogénico. Debido al mínimo efecto cardiaco, está considerado como el agente inhalatorio de elección para pacientes cardiopatas. (Mckelvey y Wayne 2003)
- d) El uso de isoflurano en mamíferos es el más óptimo por su facilidad de uso.

Efectos respiratorios.

- a) El isoflurano causa depresión respiratoria dependiente de la dosis.
- b) Prácticamente todo el isoflurano que se administra al paciente es exhalado rápidamente al desconectar el vaporizador.

Metabolismo y excreción.

- a) El isoflurano tiene una liposubilidad baja, con lo que existe una mínima retención del fármaco en los depósitos adiposos del organismo, poco metabolismo hepático y mínima excreción renal de los metabolitos.
- b) Se ajusta perfectamente a pacientes con patologías hepáticas o renales
- c) Es el anestésico de elección para pacientes neonatos o geriátricos. En los que los mecanismos de metabolización hepática y excreción renal son menos eficientes que el animal adulto sano (Behne *et al.*, 1999).

Precauciones y contraindicaciones.

- a) Como ocurre con todos los anestésicos inhalantes, las concentraciones excesivas de isoflurano pueden llevar a colapso cardiopulmonar.
- b) Se postula que el contacto de isoflurano, desflurano y enflurano con absorbentes de dióxido de carbono (cal sodada y barita cáustica) puede conducir a la producción de monóxido de carbono.
- c) La generación de monóxido de carbono se debe al flujo de oxígeno a través de un circuito de reinspiración no utilizado en mucho tiempo.
- d) Para evitar la generación de monóxido de carbono es crucial utilizar absorbentes de dióxido de carbono frescos y dejarlos secar. (Paddleford 2000)

Posología

- a) Dosis 2.5 – 4.5 % de inducción, y 1.5 – 2 % de mantenimiento
- b) Tiempo de acción similar al del halotano.
- c) Logro del efecto: recuperación más rápida que con el halotano (Pérez *et al.*, 1999).

## **11.2 Sevoflurano**

Propiedades físico- químicas.

- a) Es un éter halogenado, no inflamable ni explosivo en las concentraciones anestésicas habituales.
- b) No es acre ni irritante, de modo que facilita la inducción con máscara.
- c) Reacciona con la cal sodada de la máquina anestésica produciendo una sustancia neurotóxica llamada compuesto A. (Conzen 1996)

d) Solo debe utilizarse en vaporizadores externos de precisión específicos para este agente. (Paddleford 2000).

e) El coeficiente de solubilidad es muy bajo con lo que la inducción y la recuperación son más rápidas que con isoflurano. (Muir *et al.*, 2001; Tendillo y Santos 2006).

Efectos farmacológicos.

Sistema nervioso

a) El sevoflurano provoca depresión del SNC dependiente de la dosis.

b) Los efectos son semejantes a los del isoflurano y desflurano.

c) La rápida y tranquila recuperación que se observa en caballos anestesiados con sevoflurano han conseguido que gane adeptos a pesar de su costo

(Aproximadamente 10 veces el coste del isoflurano) (Steffey .2002)

d) Relajación muscular adecuada

e) Carece de efecto analgésico. Debido a la rápida recuperación que se observa con este agente, se deben administrar analgésicos antes de que el animal despierte de la anestesia tras una intervención quirúrgica dolorosa.

f) Se han descrito movimientos de pedaleo en la recuperación anestésica.

Efectos cardiovasculares.

a) No sensibiliza el miocardio a las catecolaminas

b) Provoca vasodilatación y puede disminuir la presión arterial. La hipotensión es el efecto adverso más frecuente de la anestesia con sevoflurano.

b) Provoca una depresión respiratoria ligeramente superior al isoflurano.

(Mutoh 2004)

Metabolismo y excreción.

a) La biotransformación a nivel hepático es mínima y la mayoría del fármaco se excreta por vía pulmonar.

b) Solo se metaboliza el 3% de la concentración inspirada.

c) El costo del sevoflurano podría limitar su empleo en anestesia veterinaria.

### **11.3 Halotano**

Propiedades físico-químicas

a) Presentación: frasco de 250 ml, 99.99 % de halotano y 0.01 de timol.

b) Conservación y almacenamiento: no necesita refrigeración. La luz lo descompone lentamente, siendo necesario el uso de botellas oscuras (Pérez *et al.*, 1999).

c) El halotano es un hidrocarburo halogenado; en las concentraciones anestésicas habituales no es inflamable ni explosivo.

d) Debido a su fácil volatilización y a su potencia solo debe aplicarse con vaporizador de precisión (Ezquerro 1992).

e) El halotano es menos soluble en los tejidos, incluyendo el cerebro y, en consecuencia, cuando se suspende la administración se elimina con mayor velocidad.

f) La concentración máxima es de solo el 5% porque este anestésico volátil es muy potente y los niveles en el paciente pueden modificarse con rapidez. Por lo tanto si se administran concentraciones superiores al 2-2.5% durante intervalos prolongados podría producirse sobredosis (Paddleford2000).

g) Es un anestésico completo, pero que no proporciona una buena analgesia (Tendillo y Santos 2006).

#### Efectos farmacológicos

##### Sistema nervioso

a) Depresor del (SNC)

b) Deprime los centros reguladores de la temperatura corporal, provocando hipotermia.

c) En pocos casos puede provocar hiperpirexia e hipertermia maligna en seres humanos, cerdos, caballos, perros y gatos, lo que se ha relacionado con el defecto genético. El tratamiento consiste en la retirada del halotano, refrigeración del paciente y administración de oxígeno y fármacos específicos como el dantrolene (Seymor y Gleed 2001).

d) Deprime los centros de vómito, tusígeno, respiratorio, vasomotor y termorregulador y el sistema activador reticular (Paddleford 2000).

e) Aumenta la irrigación cerebral que puede provocar un aumento de la presión intracraneal en pacientes con un traumatismo craneal o un tumor cerebral (Mckelvey y Wayne 2003).

##### Efectos cardiovasculares

c) Sensibiliza el corazón a la acción de las catecolaminas (como la epinefrina) con lo que favorece la aparición de arritmias que se pueden tratar ventilando al paciente y asegurando una profundidad anestésica adecuada (Mckelvey y Wayne 2003).

b) Deprime directamente el miocardio, lo que reduce el gasto cardiaco, el volumen sistólico y la contractilidad cardiaca.

c) Puede provocar bradicardia sinusal y arritmias cardiacas (Muir *et al.*, 2001).

##### Aparato respiratorio

a) El halotano es un depresor respiratorio (Paddleford 2000).

b) En la vía aérea no es irritante, pero deprime los centros respiratorios, produciendo hipoventilación y acidosis respiratoria (Tendillo y Santos 2006).

c) En los rumiantes la depresión respiratoria es intensa (Muir *et al.*, 2001).

d) No produce buena relajación muscular pero potencia los relajantes musculares (Tendillo y Santos 2006).

##### Aparato gastrointestinal

a) Reduce la motilidad, el tono y la actividad peristáltica intestinales (Muir *et al.*, 2001).

b) El halotano es un compuesto inerte y no es directamente hepatotóxico.

c) La hepatitis por halotano sería excepcional en el hombre por su etiología multifactorial, con gran influencia de la predisposición genética (Paddleford2000).



Otros efectos fisiológicos.

- a) Por su efecto hipotensor, en los animales se debe rehidratar y suministrar líquidos durante la anestesia (20ml/kg en la primera hora, manteniendo después 10 ml/kg/ hora).
- b) Atraviesa la placenta con facilidad (Paddleford 2000).

Metabolismo y excreción.

- d) La eliminación del halotano se realiza por vía pulmonar. En hígado se metaboliza un 10-20 %.

Precauciones y contraindicaciones.

- a) En los pacientes con alteraciones de la conducción u otras arritmias, el halotano debe usarse con extrema cautela.
- b) En los pacientes con patología miocárdica también debe emplearse con cautela.
- c) En los pacientes con hepatitis postanestésica de origen desconocido o con hepatitis activa, está contraindicado.

Posología.

- a) 2 –4 % en inducción, 1.5 – 2.5 mantenimiento.
- b) En intervenciones dolorosas, debe incrementarse la dosis o usarse con analgésicos.
- c) Latencia del efecto varía según el grado de premedicación, inducción, edad, uso de óxido nitroso, etc. (Muir *et al.*, 2001).

### **11.4 Óxido nitroso**

Propiedades físico-químicas

A). El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es un gas inodoro que se puede utilizar como adjunto en la anestesia con otros agentes inhalatorios, especialmente halotano y metoxiflurano.

B). Para obtener anestesia quirúrgica se debe combinar con hipnóticos, narcóticos u otros inhalantes.

C). Se comercializa en bombonas de gas comprimido y su administración no requiere vaporizador. Antes de su administración al paciente se mezcla con oxígeno en la maquina anestésica (Mckelvey y Wayne 2006)

D). La utilización de óxido nitroso con otros anestésicos inhalatorios (como el isoflurano permite disminuir la concentración del segundo agente. El óxido nitroso reduce la CAM (y por lo tanto el ajuste del vaporizador) de otros anestésicos de un 20%-30%, con lo que se reduce la toxicidad del anestésico y permite una recuperación más rápida (Mutoh 2001)

Efectos farmacológicos.

Sistema nervioso.

- a) Acción analgésica y anestésica débil, producida por una depresión de la corteza cerebral.

b) Peligroso en concentraciones muy altas por interferir con la oxigenación del paciente (más del 70% del flujo total de gas).

Aparato respiratorio.

- a) No es irritante para las vías respiratorias.
- b) No deprime el reflejo de la tos.
- c) Reduce la depresión respiratoria y cardiovascular que producen los anestésicos volátiles.

Aparato cardiovascular.

- a) Se producen escasos efectos secundarios, excepto en estados de hipoxia.
- b) La frecuencia cardiaca, el gasto cardiaco y la presión arterial (PA) se mantienen relativamente inalteradas.
- c) El (N<sub>2</sub>O) no sensibiliza al miocardio ante las catecolaminas (Muir *et al* 2001)

Metabolismo y excreción.

- a) Atraviesa la barrera placentaria, pudiendo provocar hipoxia fetal.
- b) Las exposiciones prolongadas pueden deprimir la medula ósea y originar teratogénesis en las hembras gestantes durante el primer trimestre.
- c) Debido a bajo coeficiente de solubilidad, el óxido nitroso puede difundir hacia depósitos de aire del organismo. Esta difusión puede producir un incremento de gas en el órgano y la consecuente distensión, con lo que está contraindicado utilizar óxido nitroso en animales con una obstrucción intestinal, torsión gástrica, neumotórax o hernia diafragmática.
- d) El óxido nitroso puede provocar una notable dilatación intestinal en los equinos debido a la elevada cantidad de gas que hay en el tracto intestinal de esta especie.
- e) No se debe utilizar nunca en óxido nitroso en un circuito de sistema cerrado (un equipo con un bajo caudal de oxígeno y sin válvula de sobrecarga u otro sistema de eliminación de gas residual). A medida que el animal absorbe el oxígeno del circuito cerrado, se incrementa el nivel de óxido nitroso en el circuito hasta niveles peligrosos, causando una hipoxia (Mckelvey y Wayne 2003).
- e) Por difundirse de forma rápida a los alvéolos desplazando el oxígeno, debe
- f) mantenerse el suministro de oxígeno durante al menos 5 minutos tras la interrupción del óxido nitroso.

Posología.

- a) Dosis del 60- 70%, mantenimiento un mínimo de un 25% de oxígeno; el tanto por ciento restante, hasta llegar al 100%, lo compone el anestésico volátil. En general, para el mantenimiento anestésico, dos partes de óxido nitroso por una de oxígeno.
- b) Latencia del efecto: menos de 5 minutos.
- c) El efecto dura mientras se suministra (Pérez *et al.*, 1999)

### 11.5 Enflurano

Propiedades anestésicas generales

- a) Similar a las del isoflurano.
- b) Bajo coeficiente de partición sangre –gas.
- c) Estable en cal sódica húmeda. (Muir *et al.*, 2001)
- d) Es un anestésico gaseoso volátil utilizado en medicina humana, no ha encontrado gran aceptación en medicina veterinaria.
- e) La inducción y la recuperación son relativamente rápidas y suaves, con efectos mínimos sobre la frecuencia cardíaca y sin sensibilización miocárdica a las catecolaminas.
- f) Produce una profunda depresión respiratoria, y una ventilación espontánea deficiente durante la anestesia. (Melman y Berrocal 1998)
- g) En el perro el enflurano provoca una marcada hiperactividad muscular con espasmos musculares similares a las convulsiones. (Mckelvey y Wayne 2006).

### 11.6 Desflurano

Propiedades físico-químicas

- a) Es un anestésico volátil de reciente introducción que se utiliza de forma ocasional en anestesia veterinaria.
- b) Debido a su alta liposolubilidad, el metoxiflurano queda retenido en los depósitos adiposos del organismo, de manera que más de la mitad del anestésico administrado se metaboliza a nivel hepático y se excreta por vía renal (Mckelvey y Wayne 2003).

Sistema muscular.

- a) Excelente relajación muscular y analgesia con concentraciones inspiradas relativamente bajas.
- b) Atraviesa la placenta con facilidad.
- c) Disminuye el tono muscular liso, la motilidad y el peristaltismo del aparato digestivo.

Metabolismo y excreción.

- a) La mayor parte del metoxiflurano se espira sin modificaciones después de la anestesia.
- b) El hígado puede metabolizar hasta el 50% de la concentración inspirada.
- c) Los pacientes con alto porcentaje de tejido adiposo absorben más metoxiflurano.

Posología.

- a) Mantenimiento 0.2 a 1 % (Muir *et al* 2001).

### 11.7 Éter

Propiedades anestésicas generales:

- a). Hubo un tiempo en que el éter era un anestésico inhalatorio utilizado con frecuencia; en la actualidad, se utiliza de forma ocasional en animales de laboratorio.

- b). El éter es altamente inflamable y explosivo.
- c). El éter es un anestésico ideal en algunos aspectos porque mantiene la respiración y apenas reduce el gasto cardíaco.
- d) El éter puede provocar salivación, náuseas y vómitos durante la inducción y recuperación (Muir *et al.*, 2001).

## XII Monitorización del paciente

La monitorización es el control intermitente o continuo de variables fisiológicas que permite predecir y evitar posibles problemas durante la anestesia.

La monitorización ideal sería aquella que fuese continua, no invasiva, fácil de usar e interpretar, económica y fiable; sin embargo, no debemos olvidarnos de la vigilancia clínica con la presencia continua de un anestesiólogo (Tendillo y Santos 2006).

En el transcurso de la anestesia, las funciones vitales se ven influenciadas por la acción conjunta de los anestésicos administrados y la manipulación quirúrgica o el procedimiento diagnóstico practicado. Resaltar:

- a). Sistema cardiovascular
- b). Sistema respiratorio
- c). Temperatura corporal
- d). SNC, control de la profundidad anestésica. (Pérez *et al.*, 1999)

Se pueden establecer tres tipos de monitorización:

1. Con la ayuda de los sentidos y un estetoscopio. La observación y la palpación suelen constituir los mejores y más económicos monitores.

2. Observación continua de las frecuencias cardíaca y respiratoria e intermitente de la presión arterial, presión venosa y ECG. (Figura 1)

3. Monitorización continua de la profundidad anestésica y los sistemas cardiovascular y respiratorio (Tendillo y Santos 2006).

4. Por medio hoja de anestesia mantener un registro legal de los fenómenos significativos y facilitar el reconocimiento de tendencias en los parámetros de monitorización, (como mínimo la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria) de forma regular (como mínimo cada 10 min.) durante la anestesia.

5. Anotar todos los fármacos administrados al paciente junto con la dosis, la hora y la vía de administración.

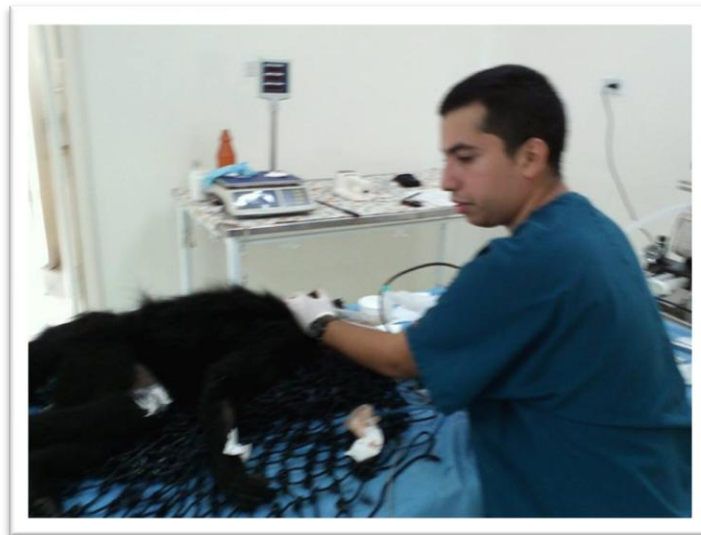


Figura 1. Observación del paciente.

Otros reflejos a los que debemos prestar atención para conocer el plano anestésico son:

- Reflejos mandibular y orbital.
- Reflejo palpebral.
- Rotación ventromedial del globo ocular.
- Reflejo corneal.
- Reflejo pupilar.

### **12.1 Monitorización del sistema respiratorio.**

Frecuencia y patrón respiratorio.

Volúmenes respiratorios.

Eficacia de la función pulmonar gasometría.

Valores normales monos:

Frecuencia respiratoria. 60- 120 rpm

Volumen de aire corriente (tidal): 15- 20 ml/kg

Volumen minuto 150- 250 ml/kg.

Ritmo respiratorio fase inspiratoria 1- 1.5 s; fase espiratoria 2- 3 s. (Pérez *et al.*, 1999)

### **12.2 Monitorización respiratoria no invasiva.**

Exploración física. Movimientos del tórax, coloración de mucosas, frecuencia respiratoria, fonendoscopia esofágica

Intercambio de gases. Oximetría, pulsimetría (SatHb), capnografía (Et CO<sub>2</sub>), concentraciones inspiradas y espiradas de gases anestésicos (FI/FE).

Mecánica pulmonar. Espirometría pulmonar, presiones de la vía aérea bucle presión/volumen, distensibilidad (compliance) y resistencias pulmonares y de las vías aéreas. (Bryant 2009)

### **12.3 Monitorización respiratoria invasiva.**

Intercambio de gases. Gasometría arterial, gasometría venosa mixta, electrodos intraarteriales, saturación venosa mixta continua.

Oximetría: determina la fracción inspirada de oxígeno. El sensor se coloca en la boca del paciente o en el circuito anestésico.

Pulsioximetría: determina el grado de saturación de la hemoglobina con oxígeno e indirectamente la oxigenación de la sangre. El sensor se coloca en la lengua o mucosas. (Kurt 2008). (Figura 2).



Figura 2. Pulsioxímetro.

Espirometría: determina los volúmenes pulmonares (volumen tidal y minuto) y la frecuencia respiratoria. El sensor se coloca en el extremo del tubo endotraqueal.

#### **12.4 Monitorización del sistema cardiovascular.**

La finalidad de la monitorización de este sistema es asegurar un gasto cardiaco suficiente para mantener las necesidades tisulares de oxígeno y nutrientes.

Frecuencia y ritmo cardiacos.

Estudio del pulso arterial.

Presión arterial sistémica.

Perfusión tisular periférica.

Presión venosa central.

Valores fisiológicos normales en familia *Cebus*:

Frecuencia cardiaca: 103 – 232latidos/minuto

Tiempo de llenado capilar: 1.5 segundos

Presión arterial: 110 – 130.

#### **12.5 Monitorización cardiovascular no invasiva.**

Exploración física: auscultación de la frecuencia y ritmo con fonendoscopio normal o esofágico, palpación del pulso periférico (femoral en perros) y tiempo de llenado capilar.

Función cardiaca: electrocardiografía (ECG).

Función vascular: presión sanguínea arterial (sistólica, diastólica y media) y venosa central.

Función cardiaca y vascular. Gasto cardiaco.

Electrocardiograma.

Determina la actividad eléctrica del corazón. Aporta información de la frecuencia y ritmo cardiacos.

Los electrodos pueden insertarse subcutáneamente o intramuscularmente (aguja), con pasta conductora (clips) o pinzas (cocodrilos). (Figura 3)

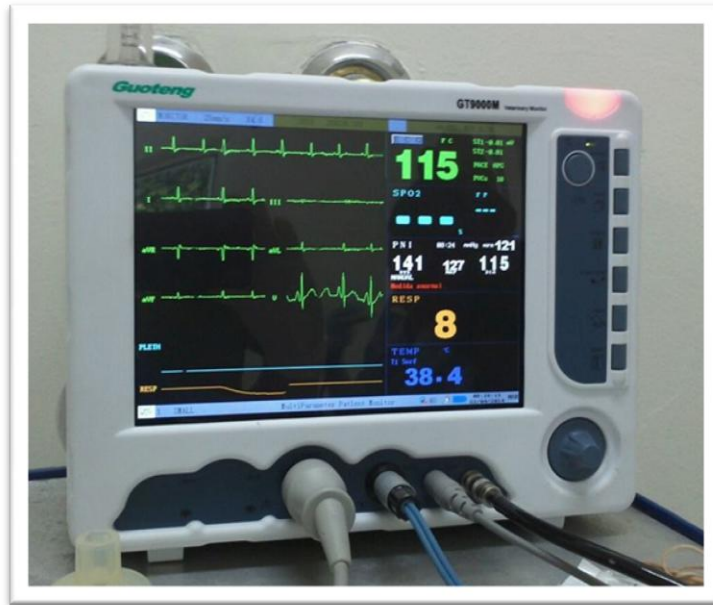


Figura 3. Electrocardiograma.

### **12.6 Presión sanguínea arterial no invasiva.**

Nos permite determinar el pulso y presión arterial, así como la frecuencia y el ritmo en la mayoría de los casos. Necesita la cateterización de una arteria fácilmente accesible como la femoral, metatarsiana o caudal.

### **12.7 Presión sanguínea venosa central invasiva.**

Se realiza normalmente a partir de la vena yugular e introduciendo un catéter hasta la vena cava craneal torácica en su unión con la aurícula derecha, y la conexión de éste a una columna de H<sub>2</sub>O. Los valores normales son de 0-2 de H<sub>2</sub>O (Tendillo y Santos 2006).

### **12.8 Gasto cardiaco.**

Determina el flujo de sangre impulsado por el corazón en la unidad de tiempo, en consecuencia la capacidad de oxigenación tisular del sistema cardiovascular. Necesita equipos caros, catéteres especiales y técnicas invasivas complejas (Tendillo y Santos 2006).

### **12.9 Monitorización de la temperatura.**

La anestesia disminuye la capacidad termorreguladora del animal.

Es importante en:

Intervenciones de larga duración.

En animales viejos jóvenes por su mala termorregulación.

Temperatura central.



Temperatura superficial (sin excesivo valor).

Temperatura corporal.

El proceso anestésico conlleva siempre una disminución de la temperatura corporal al reducirse el metabolismo basal, por ausencia de actividad muscular y por aumento de las pérdidas calóricas por conducción e irradiación.

La relajación del esfínter anal durante la anestesia origina lecturas termométricas inferiores por falta de contacto del termómetro con la pared rectal. Conviene asegurarse del contacto (Pérez *et al.*, 1999).

### **XIII Agentes utilizados en el periodo pos anestésico y emergencias.**

El doxapram es un estimulante respiratorio y un analéptico. Si se administra por vía intravenosa, incrementa la frecuencia y la profundidad respiratoria y puede acelerar el despertar de una anestesia inhalatoria o con barbitúricos (Mckelvey y Wayne 2003).

Después de la anestesia con inhalantes. El doxapram es especialmente útil para estimular la respiración de los cachorros obtenidos por cesárea: dos a tres gotas situadas bajo la lengua incrementan la frecuencia y la profundidad respiratoria (Mckelvey y Wayne 2003).

Los agentes reversores antagonizan el efecto de un anestésico específico de un preanestésico (generalmente compitiendo por los depresores específicos).

- a) Naloxona 15 g/2.5 Kg. Para los opiáceos
- b) Yohimbina 2- 4 mg/Kg. OAtipamezol 0.1- 0.4 mg/Kg. Para los sedantes agonistas <sub>A2</sub>
- c) Flumazenil 0,2 mg/Kg. Para las benzodiazepinas (PaddleFord 2000 y Muir *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Agentes más utilizados en emergencias				
	DOXAPRAM	ADRENALINA	ATROPINA	ATIPAMEZOL
MONOS	2 – 5 mg	0.6 – 1mg	0.6 – 1mg	0.1 – 0.4mg

#### **XIV Máquina de anestesia inhalatoria.**

Equipo necesario para preparar la mezcla anestésica gaseosa que estará constituida básicamente por oxígeno y anestésico.

El equipamiento necesario para la administración de anestésicos inhalatorios es complejo y altamente especializado. Por un lado tenemos que disponer de una maquina anestésica para preparar la mezcla anestésica gaseosa que está constituida por oxígeno y anestésico. Por otro lado tenemos a nuestro paciente el cual, y para facilitar la entrada de la mezcla anestésica vía inhalatoria, deberá estar intubado endotraquealmente. La forma de conectar la maquina con el tubo endotraqueal será mediante los circuitos anestésicos (Tendillo y Santos 2006). Todos los circuitos anestésicos permiten regular, a voluntad del anestesista, el flujo de oxígeno y la concentración del vapor anestésico (Pérez *et al.*, 1999).

Funciones básica que permiten:

Eliminar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) exhalado por el paciente del circuito anestésico.

Diluir el CO<sub>2</sub> en grandes flujos de gas.

Eliminar el CO<sub>2</sub> mediante válvulas que impiden la reinflación.

Absorber el CO<sub>2</sub> mediante cal sodada.

Reutilizar los gases eliminados por el paciente.

Controlar el volumen y la frecuencia respiratoria (Pérez *et al.*, 1999).

Elementos:

Tanque de oxígeno.

Regulador.

Válvula de oxígeno.

Vaporizadores.

Bolsa reservorio (BBM).

Cánister y absorbentes del carbónico.

Válvulas unidireccionales.

Válvula de exhalación.

Tubos corrugados, pieza en "T", pieza en "Y", traqueo tubos y máscaras.

#### **14.1 Tanque de oxígeno**

Son envases metálicos, donde almacenan bajo presión los gases (oxígeno y protóxido de nitrógeno) usados como vehículo de los anestésicos volátiles. Los tanques de oxígeno comúnmente utilizados en la anestesia veterinaria son aquellos que contienen 700 litros de oxígeno. (Ibancovich 2009). (Figura 4)



Figura 4. Tanques de oxígeno.

#### **14.2 Regulador.**

Es un tubo graduado, transparente, por cuya base penetra el gas. Dentro hay un flotador, en forma de bola o carrete, que se desplaza hacia la parte superior del tubo mediante la presión ejercida por el gas al dirigirse al circuito anestésico. El rotámetro controla la cantidad de gas que entra en el circuito anestésico, expresada en litros o centímetros cúbicos por minuto. (Figura 5).



Figura 5. Regulador.

### 14.3 Válvula de oxígeno.

Esta válvula también llamada de emergencia permite el paso del oxígeno al circuito anestésico de forma directa. El flujo de gas que penetra en el circuito al abrir la válvula es, aproximadamente de 50 litros por minuto (Pérez *et al.*, 1999). Se utiliza en el caso de complicaciones como la parada respiratoria (Tendillo y Santos 2006). (Figura 6).



Figura 6. Válvula de oxígeno

#### 14.4 Vaporizador.

Elemento del circuito que libera, al paso de gas, el anestésico volátil a concentraciones previamente fijadas al dial.

Los vaporizadores tienen una curva de corrección de concentraciones que varíase sensiblemente al trabajar con flujos muy bajos. Pueden estar localizados fuera o dentro del circuito anestésico, si bien estos últimos están prácticamente en desuso. (Figura 7).



Figura 7. Vaporizador de isoflurano.

#### 14.5 Bolsa reservorio

Bolsa de goma que permite que el circuito anestésico se adapte a los cambios del volumen respiratorio del paciente.

Es un elemento de referencia para el control de los movimientos respiratorios. Durante la espiración, el llenado de la bolsa debe quedar entre la mitad y las dos terceras partes de su capacidad; si está excesivamente llena, aumenta el esfuerzo que tiene que hacer el animal para exhalar el aire (Pérez *etal.*, 1999). (Figura 8).



Figura 8. Bolsa reservorio

#### **14.6 Cánister o filtro de carbónico.**

Es un recipiente cilíndrico y transparente, que contiene un producto absorbente que se emplea para la eliminación del dióxido de carbono producido por el paciente durante la respiración.

La cal sodada y la cal baritada son los absorbentes de CO<sub>2</sub> que actualmente son usados en los circuitos circulares. Para conocer el grado de consumo del absorbedor, se incorpora a los gránulos un indicador (etil violeta) que cambia de color progresivamente a medida que se agota la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>.(Ibancovich 2009)

Se pueden emplear tres tipos de absorbentes:

Hidróxido de bario

Hidróxido sódico

Hidróxido cálcico

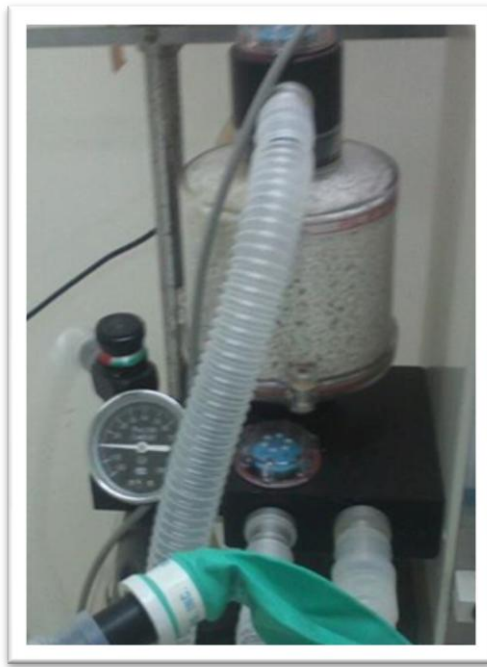


Figura 9. Cánister de cal sodada.

#### 14.7 Tubos corrugados

También conocidos como “tráqueas”, son conexiones flexibles entre el aparato anestésico y el paciente. Son elementos tubulares de goma o plástico ondulado para evitar que se puedan doblar y que disminuya su luz.

Pieza en “Y”

Conecta los tubos respiratorios al traqueotubos o la mascarilla. (Figura 10).

Pieza en “T”.

Conecta los tubos respiratorios al traqueotubos o la mascarilla. Se usa en circuitos anestésicos no circulares, como el de Bain, el de Magill, etc. (Seymour y Gleed 2003) (Figura 11).



Figura 10. Tubo en “Y”.



Figura 11. Tubo en “T”.



#### **14.8 Mascarillas.**

Se ocupan para realizar la inducción en pacientes débiles tranquilizados, o sedados. También se ocupan con frecuencia durante la recuperación con el objetivo de proporcionar soporte de O<sub>2</sub> a pacientes que no toleran el tubo endotraqueal. Se recomienda tener al menos tres tamaños. (Ibancovich 2008) (Figura 12).



Figura 12. Mascaras de anestesia

#### **14.9 Tubos endotraqueales.**

Los tubos endotraqueales se utilizan para administrar gas anestésico al paciente desde el circuito respiratorio hasta los pulmones, los tubos endotraqueales tienen un extremo biselado que se introduce a través de la boca o de la nariz del animal hasta la tráquea.

En veterinaria se utilizan dos tipos de tubos, los de Murphy y los de Magill, ambos con punta biselada. Este orificio ayuda a evitar una completa obstrucción del tubo en caso de que el bisel quede tapado con mucosidad o adherido a la pared de la tráquea.

Algunos tubos endotraqueales tienen un manguito inflable que al llenarlo de aire sella el espacio entre el tubo y la tráquea. El uso de tubos con manguito ofrece tres ventajas respecto a los tubos sin mango. (Figura 13)

- El mango residual previene la filtración de gas residual alrededor del tubo, disminuyendo la contaminación del aire del quirófano.
- Se reduce el riesgo de aspiración de sangre, saliva, vómitos u otro material hacia los pulmones. (Paddleford 2006)

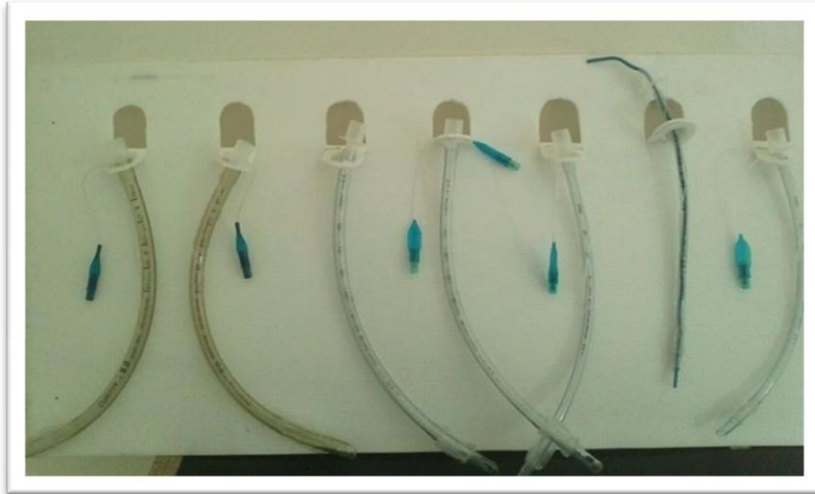


Figura 13. Tubos endotraqueales.

#### 14.10 Intubación endotraqueal

Cuando el paciente está inducido el anestesiólogo puede introducir un tubo de respiración (tubo endotraqueal) en el tracto respiratorio. Este tubo dirige el aire directamente desde la cavidad oral a la tráquea sin pasar por las fosas nasales ni por la faringe. (Wayne Mckelvey 2003). (Figura 14).

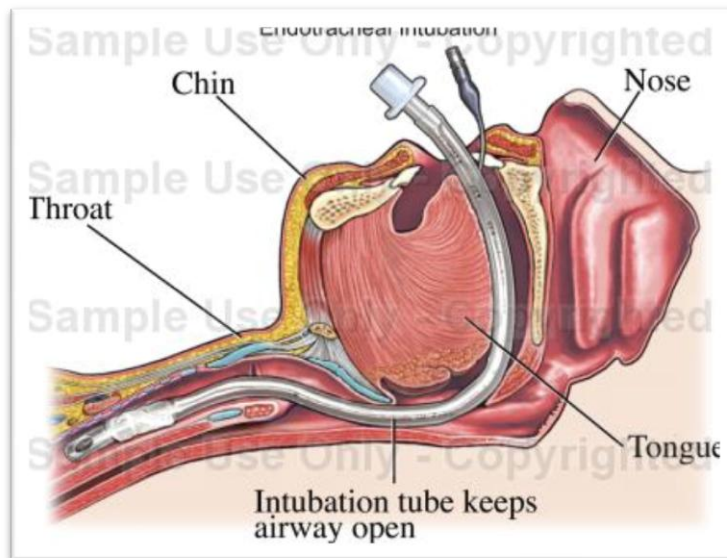


Figura 14. Intubación endotraqueal

## **XV Circuitos anestésicos.**

Son los encargados de conectar la maquina anestésica con el paciente, optimizando el consumo de los agentes anestésicos inhalatorios.

Se clasifican en:

- Circuitos abiertos
- Circuitos semicerrado
- Circuito cerrado

### **15.1 Circuitos abiertos.**

Consisten en la administración directa por goteo o empapando un algodón o gasa en el anestésico y acercándolo a la nariz del paciente. Esta técnica se utiliza para la administración de éter etílico en los roedores de laboratorio. Otra variante es la cámara de inducción en la cual se debe utilizar un flujo de oxígeno u oxígeno/protóxido de 5 l/min (Tendillo y Santos 2006). (Figura 15).

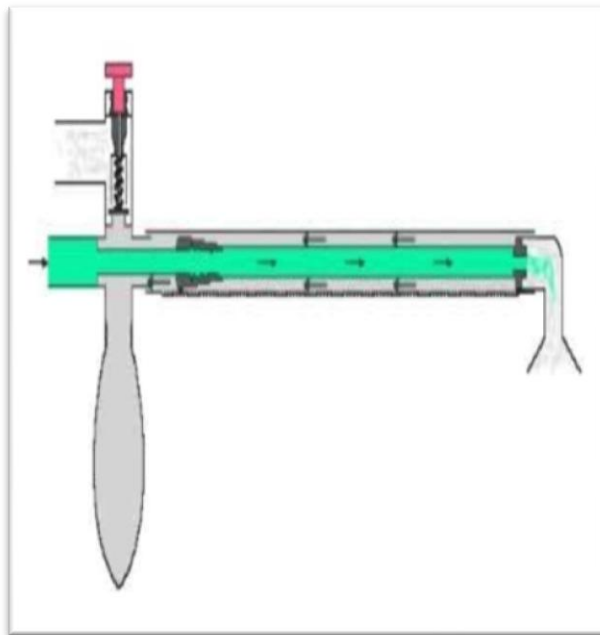


Figura 15. Circuito abierto de anestesia inhalada

### **15.2 Circuito semicerrado**

Consta de una bolsa reservorio, un contenedor de cal sodada, un tubo inspiratorio, otro espiratorio, una válvula de sobrepresión y dos válvulas unidireccionales. En este sistema, las válvulas obligan al gas a realizar un circuito y atravesar la cal sodada que retiene el CO<sub>2</sub>. Necesita un flujo de gas fresco de 10 ml/Kg./min. y no se debe utilizar en animales menores de 1.5 Kg. ya que produce un aumento importante del espacio muerto y de la resistencia a la espiración. Se

denominasemicerrado porque la válvula de sobrepresión permanece abierta pudiendo salirlos gases que han ingresado en el circuito. (Muir *et al.*, 2001).

### 15.3 Circuito cerrado.

Constituidos por el sistema circular pero al que no se le aportan gases y la válvula de sobrepresión permanece cerrada. Se usa en pacientes de talla grande (P.e. *Ateles fusciceps*). Donde se requiere una concentración mayor de anestésico para que haya efecto más rápido. Esto se logra mediante la re inhalación de gases. (Figura 16)

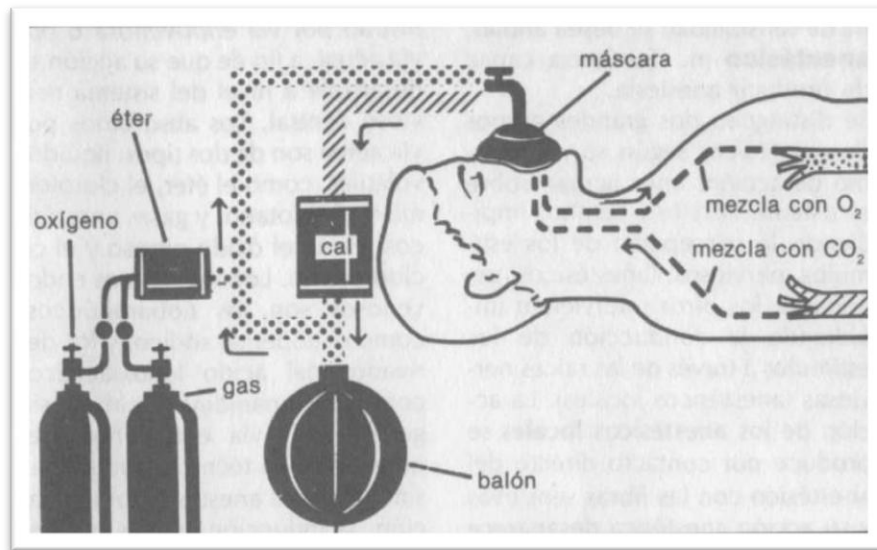


Figura 16. Circuito cerrado de anestesia inhalada.

## **Conclusiones**

El uso de anestesia inhalada sin duda ha sido uno de los pasos más grandes en medicina por sus beneficios y facilidad de uso. Las ventajas y el mejoramiento que ésta herramienta proporciona a los veterinarios se ve reflejada en los pacientes con su pronta recuperación, facilidad de inducción y mantenimiento, dando como resultado, un mejor trabajo.

## Bibliografía.

- 1.-Birchard J., Sherding R.G. 1996. Manual clínico de veterinaria. Tomo I. Ed. McGraw – Hill interamericana. México D.F P. 21
- 2.-Báez PC, Ruíz IC, Restrepo LF. 2007 Comparación de dos protocolos anestésicos para ovariectomía en zonas sanas. Revista Colombiana Ciencias Pecuarias P 425-430.
- 3.-Behne M, Wilke HJ, Lischke V. Recovery and pharmacokinetic parameters of desflurane, sevoflurane, and isoflurane in patients undergoing urologic procedures. J Clin Anesth. 1999;460-5. PubMed indexed for MEDLINE
- 4.-Bryant S. CVT, VTS 2009 Respiratory monitoring under anesthesia (Proceedings veterinary Healthcare. mht) <http://veterinarymedicinedum360.com/>
- 5.-Clarke KW. 1999 Desflurane and sevoflurane. New volatile anesthetic agents. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 1999 May;29(3):793-810, viii. Review. PubMed
- 6-Conzen P, Nuscheler M. 1996 [New inhalation anesthetics]. Anaesthesist. Der Ludwig-Maximilians-Universität München, Klinikum Grosshadern de Anästhesiologie Aug;45(8):674-93. Review. German. PubMed
- 7.-Ezquerro L.C. 1992. Anestesia práctica de pequeños mamíferos. Ed. McGRAWHILL INTERAMERICANA Madrid, España. P15-16, 132
- 8.-Flecknell P.A. 1996. Anestesia de animales de laboratorio. Segunda edición, Ed. Acribia, España. P.44-48
- 9.-Fossum T.W., Hedlund C.S., Hulse D. A., Johnson A. L., Seim H. B., Willard M.D., Carroll G. L. 1999. Cirugía en pequeños animales. Ed. Intermedica, Buenos Aires, Argentina. P 21
- 10.-Galloway DS, Ko JC, Reaugh HF, Mandsager RE, Payton ME, Inoue T, Portillo E. 2004 Anesthetic indices of sevoflurane and isoflurane in unpremedicated dogs. J Am Vet Med Assoc (5):700-4. PubMed
- 12.-Grimm K. DVM 2008 End-tidal CO<sub>2</sub> and pulse oximetry (Proceedings Veterinary Healthcare.mht <http://veterinarymedicinedum360.com/> (consultado el 18 de enero).
- 13.-Ibancovich A. 2008. Anestesia inhalatoria, en: Memorias de Congreso veterinario de León, Guanajuato, México, 2010.
- 14.-Mckelvey D., Wayne K.H. 2003 Manual de anestesia y analgesia veterinaria. Tercera edición. Editorial Multimédica S.A. Barcelona, España. P. 2-3, 137, 144, 148-147, 153-156, 157, 158, 160, 161,
- 15.-Melman, E. Berrocal M. 1998 Eficacia y seguridad del desflurano en pediatría, Aportación clínica Revista Mexicana de Anestesia. P 75 - 81
- 16.-Morales H.C. 2001. Generalidades de la anestesia inhalatoria. P. 58, en: Procedimientos prácticos en anestesia de perros y gatos. FMVZ, UNAM. México.
- 17-Muir W.W., Hubbell J.A.E., Skarda R.T., Bebnarski R.M. 2001 Manual de Anestesia veterinaria. Tercera edición, ed. Harcourt Madrid. España. P. 132, 154, 175-177, 179, 180, 181,
- 18.-Mutoh T, Nishimura R, Sasaki N. 2001 Effects of nitrous oxide on mask

induction of anesthesia with sevoflurane or isoflurane. 27- 33. PubMed

19.--Ocampo L.C, Sumano H.L. 1985. Anestesia veterinaria en pequeñas especies. Primera edición. Ed. McGraw-Hill INTERAMERICANA México, DF. P 20-Paddleford R.R. 2000. Manual de anestesia en pequeños animales. Segunda edición, ed. Inter-medica Buenos Aires, Argentina. P 51, 59-60, 62,63,64

21.-Parás, A, M.A. Benítez, D. Aurióles, S. Luque y C. Godínez 2002 Inmovilización en campo de lobo marino de California (*Zalophuscalifornianus*) centrointerdisciplinario de ciencias marinas La Paz B.C.S. P 82

22.-Patiño M. W.2000 Fundamentos de cirugía. Anestesiología, capítulo III Segunda ed. P. 39

23.-Pérez M. A.T. 2004 Anestesia inyectable y analgesia de aves IVISO Biotecnología Veterinaria de Puebla, S.A de C.V. Puebla México

24.-Pérez A.R., Parra J.M, Merino J.D. 1999 Manual de Analgesia y anestesia en el perro. Primera edición, McGraw-Hill interamericana Madrid, España, S.A.U. P 49, 53,55,56,

25.-Sakai EM, Connolly LA, Klauck JA. 2005 Inhalation anesthesiology and volatile liquid anesthetics: focus on isoflurane, desflurane, and sevoflurane. Pharmacotherapy.:1773-88.Review.PubMed indexed for MEDLINE

26.-Seymour C., Gleed R. 2001 Manual de Anestesia y analgesia en pequeños animales. Edición española: Ediciones S. Barcelona, España. P. 11, 25,137

27.-Steffey EP. 2002 Recent advances in inhalation anesthesia. VetClin North Am EquinePract.1 Departamento de Ciencias Quirúrgicas y Radiológicas, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de California, Davis, EE.UU.. 59-68. Review. PubMed