

Anestesia General en el caballo

ISABEL SANTIAGO LLORENTE, LETICIA GARCÍA COIRADAS, RAFAEL CEDIEL ALGOVIA, IGNACIO ÁLVAREZ GÓMEZ DE SEGURA

Servicio de Anestesia. Hospital Clínico Veterinaria. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

La mayoría de procedimientos quirúrgicos requieren el empleo de anestesia general pero, dadas las características de la especie equina, algunos de estos son realizados en el campo mientras que otros, más complejos, requieren de un quirófano preparado que incorpora una máquina de anestesia general inhalatoria. De forma genérica, y a efectos prácticos, podemos diferenciar dos tipos de técnicas anestésicas utilizadas en caballos que son la anestesia intravenosa y la inhalatoria. La primera es, como se ha indicado, la técnica de elección en condiciones de campo aunque ello no implica que no pueda emplearse también en un quirófano debidamente preparado. Independientemente de la técnica empleada, la evaluación preanestésica del paciente, su preparación y premedicación son similares para ambas como se describe a continuación. En este artículo se describen ambas técnicas anestésicas incluyendo los protocolos y consideraciones más habituales.

- **Evaluación clínica y preparación del paciente:**

En todo caballo que vaya a ser sometido a una anestesia se debe realizar una exploración clínica completa que incluya parámetros básicos como la frecuencia cardíaca y respiratoria, tiempo de relleno capilar, calidad de pulso, temperatura y motilidad intestinal, además de una analítica sanguínea que incluya los valores más significativos de hematología y bioquímica. El caballo debe permanecer en ayunas 12 horas antes del procedimiento quirúrgico, no restringiendo en ningún caso el aporte de agua, en caso de potros lactantes no se limitará la ingesta de leche. Dado que todos los sedantes y anestésicos parenterales se administran por vía intravenosa (salvo rarísimas excepciones), se debe colocar un catéter intravenoso para facilitar la administración de estos ó de otros fármacos que fueran necesarios en caso de complicaciones, así como para la aplicación de fluidoterapia. La vía de elección en el caballo es la vena yugular, colocando en la misma un catéter de 12-16 G, fijado por medio de puntos de sutura ó pegamento orgánico. Es recomendable la retirada de las herraduras previa a la

cirugía, así como el enjuague de la boca para evitar posibles arrastres de comida a la traquea en el momento de la intubación (para la anestesia inhalatoria).

- **Premedicación:**

Normalmente persigue la sedación del animal mediante la administración de fármacos que se administran antes de la inducción y mantenimiento anestésicos. Su objetivo es facilitar el manejo del caballo, mejorar la calidad de la inducción y de la recuperación, permitir la disminución la cantidad de otros fármacos y prevenir las reacciones de tipo excitatorio que inducen ciertos anestésicos. Dos grupos farmacológicos engloban a los sedantes más utilizados:

- Fenotiacinas (acepromacina; Calmo Neosan)

Proporciona una tranquilización suave sin producir ataxia y es particularmente útil en caballos nerviosos. Entre sus efectos secundarios destaca su potente efecto hipotensor por lo que está contraindicado en caballos hipovolémicos o deshidratados. Provoca prolapso de pene y ocasionalmente priapismo.

- Agonistas de los receptores adrenérgicos alfa-2 (xilacina, detomidina, romifidina)



Fig. 1. Instalación de un catéter en la yugular en un animal adulto. La implantación debe realizarse en condiciones asépticas y con una fijación segura. Los fármacos anestésicos y fluidos se administrarán por esta vía.

Además de producir una sedación profunda también tienen propiedades analgésicas.

Producen ataxia, bradicardia típica con aparición de bloqueo de primer o segundo grado, y un aumento inicial de la presión arterial con disminución de la misma posteriormente. Son muy utilizados en la premedicación previa a la anestesia con ketamina ó barbitúricos.

ANESTESIA INTRAVENOSA

Es la más difundida en caballos debido a su bajo coste y mayor sencillez de aplicación así como porque no se necesitan equipos especiales para su administración, a diferencia de la anestesia inhalatoria que requiere conocimientos más amplios de la técnica anestésica así como un equipamiento de coste elevado. Debido a estas características, este tipo de anestesia es la más utilizada por los clínicos de campo para la realización de procedimientos quirúrgicos menores y de corta duración.

Inducción y mantenimiento anestésico

Una vez administrado el agente sedante se procederá a realizar la inducción y posteriormente el mantenimiento anestésico. En procedimientos muy cortos puede ser suficiente la anestesia lograda con el agente inductor. Aunque existen muchos anestésicos inyectables empleados en los caballos, se utilizan casi exclusivamente los barbitúricos, los agentes disociativos y los relajantes musculares de acción central (guaifenesina). Se han utilizado otros fármacos, experimentalmente ó en casos muy concretos, y aunque pueden presentar ciertas ventajas sobre los agentes "clásicos", por diversos motivos no se ha extendido su utilización.

• **Barbitúricos:** El más utilizado es el tiopental sódico. Es un anestésico de acción ultracorta que proporciona unos 10 minutos de anestesia que suele ir acompañada de una recuperación con ataxia y excitación. No tiene propiedades analgésicas y produce una profunda depresión del SNC, depresión respiratoria e hipotensión pero estos efectos no suelen tener consecuencias en el caballo sano y a la dosis apropiada.

Las principales complicaciones que presentan son la sobredosificación por una estimación incorrecta del peso y estado del animal, que puede producir una recuperación de mala calidad, apnea y depresión cardiovascular. La extravasación del producto puede producir necrosis por su pH elevado. Se suele utilizar en combinación con otros anestésicos y/o sedantes y existen varios protocolos de uso como por ejemplo:

• **Tiopental (5-6 mg/kg) + guaifenesina (25-100 mg/kg)**

Se recomienda la administración previa de acepromacina (0,03 mg/kg) ó un agonista de los recepto-



Fig. 2. Caballo sedado antes de realizar la inducción de la anestesia. El aspecto del animal sedado con agonistas alfa-2 adrenérgicos, incluye el cuello, belfo y orejas caídas, cierto balanceo y prolapso de pene en los machos.

res alfa-2 a dosis bajas (xilacina 0,5 mg/kg, detomidina 0,01 mg/kg, romifidina 0,05 mg/kg). Método de administración: la guaifenesina se infunde rápidamente hasta que el caballo comience a presentar ataxia. En este momento se administra tiopental sódico en bolo produciendo un derribo suave. También se puede realizar la inducción infundiendo guaifenesina al 10% (500ml), a la que se habrá añadido 2,5 g de tiopental sódico, y hasta la caída del caballo. Se puede prolongar el efecto anestésico administrando dosis sucesivas de guaifenesina y tiopental pero no se recomienda exceder los 100 mg/kg de guaifenesina y 10 mg/kg de tiopental porque la recuperación será prolongada y de mala calidad.

• **Tiopental 5-6 mg/kg + xilacina 1mg/kg, detomidina 0,02 mg/kg ó romifidina 0,1 mg/kg.**

Se debe administrar primero el agonista de los receptores alfa-2 y esperar hasta que haga efecto (normalmente 5 min). En este momento se administrará el tiopental sódico en bolo y el caballo cae suavemente en 1-2 min. Se puede prolongar el efecto anestésico mediante la administración de dosis sucesivas de tiopental sin llegar a exceder los 11 mg/kg.

• **Anestésicos disociativos: Incluyen la ketamina y la tiletamina,** ésta última comercializada como una combinación de una benzodiazepina (zolacepam) con el nombre de Zoletil (Virbac). **Producen una anestesia caracterizada por catalepsia, rigidez muscular y analgesia.** Los efectos depresores del sistema cardiovascular son menores que los producidos por los barbitúricos. El patrón respiratorio típico producido por estos agentes es el apnéusico caracterizado por una serie de inspiraciones seguidas de una pausa espiratoria prolongada. Producen una buena

“En todo caballo que vaya a ser sometido a una anestesia se debe realizar una exploración clínica completa que incluya parámetros básicos como la frecuencia cardiaca y respiratoria”



Fig. 3. Intubación endotraqueal ciega. Se debe traccionar de la lengua hacia un lado para facilitar la intubación. Hay que esperar el momento de máxima inspiración para introducir el tubo convenientemente colocado y lubricado.

analgésicos pero no se deben utilizar como únicos agentes en la inducción de la anestesia porque producen sobreexcitación, rigidez muscular y temblores. Para evitarlo se recomienda premedicar antes de su administración con un agonista de los receptores alfa-2, benzodiazepinas, guaifenesina ó una combinación de estos.

- **Ketamina 2 mg/kg + xilacina 1 mg/kg ó Detomidina 0,02 mg/kg ó Romifidina 0,1 mg/kg.**

Se administrará en primer lugar el fármaco agonista de los receptores alfa 2, seguido, tras observar el efecto sedante en unos 5 min con la cabeza típicamente caída, de ketamina en bolo. El caballo debe estar en un ambiente tranquilo evitando movimientos bruscos ó ruidos en esta fase. Se puede mantener la anestesia mediante la aplicación de distintos agentes inductores. Se puede añadir a este protocolo la administración de diazepam (0,01-0,2 mg/kg) pudiendo mejorar la relajación muscular, sobre todo en caballos nerviosos ó en un ambiente ruidoso.

- **Ketamina 2 mg/kg + xilacina 0,5 mg/kg ó detomidina 0,01 mg/kg ó romifidina 0,05 mg/kg + Guaifenesina 25-50 mg/kg.**

El agonista de los receptores alfa-2 se administra hasta que haga efecto, a continuación se infunde la guaifenesina hasta que se produce una ataxia moderada seguida de ketamina en bolo. Se puede mantener la anestesia mediante la aplicación de ketamina (0,2 mg/kg) y guaifenesina (5 mg/kg).

- **Ketamina 2 mg/kg + xilacina 0,5 mg/kg ó Detomidina 0,01 mg/kg ó Romifidina 0,05 mg/kg + Guaifenesina 25-50 mg/kg + diazepam 0,05 mg/kg.**

Muchos clínicos utilizan esta combinación rutinariamente ya que consideran que produce una inducción anestésica más adecuada. Se administra el agonista de los receptores alfa-2 hasta efecto, a continuación se infunde la guaifenesina seguida del diazepam y por último la ketamina. Se puede mantener la anestesia mediante la aplicación de ketamina (0,2 mg/kg) y guaifenesina (5mg/kg).

Triple goteo

Es la técnica de anestesia general intravenosa más utilizada porque permite prolongar la anestesia duran-



Fig. 4. Caballo tras la inducción e intubación. Obsérvese la colocación de un abreboocas entre los incisivos así como las protecciones sobre los cascos para evitar lesiones durante el derribo.

te un tiempo prolongado y es muy segura. Es, como se ha visto anteriormente, una combinación de un agonista de los receptores alfa-2, guaifenesina y ketamina. Aunque estos tres fármacos tienen un efecto moderadamente acumulativos si se administran de forma repetida, sobre todo la guaifenesina, se ha observado que esta técnica es muy útil y segura en el mantenimiento de la anestesia de corta duración en caballos siendo muy utilizada para procedimientos de campo. Es recomendable su aplicación en cirugías de duración menor a dos horas. La depresión cardiovascular y respiratoria que produce es moderada, las condiciones quirúrgicas son buenas y la recuperación suele ser buena y suave. **Método de administración: la premedicación e inducción se realiza según el protocolo habitual**, a continuación se infunde una solución constituida por 500 ml de guaifenesina al 10% a los que se añade 1 g de ketamina y 10 mg de detomidina ó 500 mg de xilacina. La velocidad de infusión es aproximadamente de 1 ml/kg/hora aunque normalmente se requiere un poco más de rapidez durante los 10-15 primeros minutos.

ANESTESIA INHALATORIA

En los procedimientos quirúrgicos de media y larga duración el uso de anestesia inhalatoria resulta más adecuado debido las ventajas inherentes que proporcionan los anestésicos inhalatorios frente a los parenterales. La administración de anestésicos por esta vía facilita el rápido y fácil ajuste de la profundidad anestésica, aunque en estas especies, y debido fundamentalmente a su masa corporal y a alteraciones de distribución y perfusión sanguínea en situaciones de decúbito, son ajustes relativamente más lentos que en otras especies animales. Otra ventaja fundamental es que nos proporcionan un tiempo de recuperación relativamente más corto frente a otras técnicas parenterales. Sin embargo, los anestésicos inhalatorios no están desprovistos de efectos secundarios no deseables, y la sobredosificación produce depresión cardiovascular o respiratoria entre otros efectos. Tal vez, el mayor inconveniente de esta técnica anestésica

radique en la necesidad de equipos anestésicos especiales, así como conocimientos técnicos avanzados en anestesiología y fisiología.

Premedicación

Los fármacos sedantes de elección son los agonistas de los receptores adrenérgicos alfa-2 como la xilacina, detomidina o romifidina, ya descritos en las técnicas de anestesia parenteral. Algunos autores administran además la benzodiacepina diazepam (IM o IV) como coadyuvante **con el fin de proporcionar una mayor relajación muscular y, por tanto, una inducción anestésica más suave y una intubación más fácil.**

Inducción anestésica

Se realizará como se ha descrito previamente en la anestesia intravenosa. El fármaco más comúnmente empleado es la ketamina a dosis de 2,2 mg/kg o las ya comentadas alternativas que incorporan guaifenesina.

Intubación endotraqueal

Una vez inducida la anestesia se procede a la intubación endotraqueal. Los tubos endotraqueales vienen identificados en relación a su diámetro interior (15 - 30 mm). La intubación en el caballo es un procedimiento que se realiza "a ciegas". El método a seguir consiste en colocar un abre-bocas entre los incisivos, tras lo cual se extiende la cabeza y cuello del animal (hasta formar un ángulo de 100 - 120 °) y se hace pasar el tubo (lubricado con gel hidrosoluble) sobre la base de la lengua hacia la faringe; la ligera concavidad del tubo debe dirigirse hacia el dorso del animal. Alcanzada la zona laríngea el paciente puede deglutir. Debemos extraer ligeramente el tubo e

"La anestesia intravenosa es la más difundida en caballos debido a su bajo coste y mayor sencillez de aplicación"

introduciremos el tubo durante la inspiración realizando un movimiento de rotación a medida que avanzamos hacia la laringe y tráquea. Una vez situado el mismo se verifica por la salida de aire durante la espiración. Una vez colocado el tubo endotraqueal, se infla el manguito y se comprueba que no existen fugas. Es importante evitar inflarlo en exceso para prevenir traqueitis, necrosis de la mucosa traqueal o incluso rotura traqueal con el consiguiente enfisema subcutáneo, por lo

general en un paciente de 500 Kg son suficientes 50-100 ml de aire, pero depende mucho del grado de ajuste del tubo a la tráquea. Finalmente, el tubo endotraqueal se conecta al sistema anestésico.

En potros se colocan los tubos a través de los orificios nasales, introduciendo "a ciegas" un tubo endotraqueal suficientemente estrecho. Este procedimiento es también útil en adultos porque deja libre el acceso oral y a laringe. En ocasiones el diámetro estrecho del tubo no permite el sellado efectivo de la tráquea y provoca un estrechamiento de la vía aérea; no es pues una técnica de rutina en animales adultos.

Mantenimiento de la anestesia

Para suministrar la mezcla anestésica (normalmente oxígeno + anestésico inhalatorio) al caballo se utiliza un circuito anestésico semicerrado circular conectado al tubo endotraqueal mediante una pieza en 'Y'. En este tipo de circuito el flujo está dirigido por válvulas unidireccionales en las ramas espiratoria e inspiratoria. Esto provoca que los gases espirados sean empujados en forma continua en una sola dirección atravesando la cal sodada. En caballos se emplea un reservorio de cal sodada de 5- 10 litros y un balón de reserva, como mínimo, de cinco veces el volumen corriente (15- 30 litros).

Antes de cada procedimiento anestésico, la máquina de anestesia debe revisarse para verificar que el vaporizador tiene un nivel adecuado de anestésico, comprobar, y en lo posible cuantificar, la existencia de fugas. Esta comprobación se realiza mediante la oclusión de la pieza en 'Y' que conecta el tubo endotraqueal, cerrando la válvula espiratoria y limpiando el sistema con un flujo alto de oxígeno, si se mantiene la presión indica que el sistema no tiene fugas. Asimismo se comprobará la disponibilidad y presión adecuada de oxígeno en la botella o circuito de gases y que la cal sodada del sistema tiene menos de 6 horas de uso.

El aporte de oxígeno al paciente se establece entre 8 y 10 ml /kg/ min, es decir, entre 4,5 y 5 L para un paciente de 500 Kg. Además se deberá aportar suplementariamente el caudal necesario para compensar las fugas de gases. Estas fugas se comprueban de un modo sencillo; se observaría que en un periodo de varios ciclos respiratorios, la concertina (el equivalente al balón en ventilación controlada) o el balón reservorio en ventilación espontánea, irían perdiendo volu-



Fig. 5. La elevación y traslado del caballo a la mesa de operaciones debe realizarse con las debidas precauciones para evitar lesiones al paciente y habiendo conseguido un plano anestésico suficiente.

men durante la pausa espiratoria. Durante los primeros minutos deberá mantenerse el porcentaje de vaporización alto, en el caso del isoflurano al 5%, y unos flujos de gas portador (oxígeno) igualmente elevados, 8-10 l/min. De este modo aseguramos que el aporte de anestésico compensa la captación por los tejidos del paciente, ya que de lo contrario la concentración inspirada disminuiría significativamente dentro del circuito y el animal podría aligerar su plano anestésico y despertarse. **Una vez que desaparece el reflejo palpebral por completo se puede disminuir el porcentaje de gas proporcionado por el vaporizador pero ello requiere tiempos mucho más prolongados que en animales de pequeño tamaño.** Ello quiere decir que el vaporizar marcará concentraciones mucho más elevadas (3-5%) y durante largos periodos (1-2 h) y a diferencia de lo que ocurriría en pequeños animales. **El plano anestésico debe comprobarse periódicamente valorando los reflejos oculares de modo que el reflejo palpebral esté abolido, pero se mantenga el corneal.** El mantenimiento de la fracción inspirada de anestésico se ve facilitada si podemos disponer de un monitor de gases espirados.

Como anestésicos pueden emplearse el halotano, isoflurano o sevoflurano, adecuando las concentraciones anestésicas al valor de referencia o concentración alveolar mínima (CAM):

Anestésico	CAM (%) caballo
Halotano	0,9
Isoflurano	1,3
Sevoflurano	2,3

La Concentración alveolar mínima (CAM) de un anestésico, es la mínima concentración inspirada (medi-

da a presión atmosférica de 760 mmHg.) que impide la respuesta voluntaria a un estímulo doloroso supramáximo en el 50% de los animales sometidos a la misma. Es una unidad que nos permite establecer un patrón sobre la potencia de los anestésicos inhalatorios. A mayor CAM, menor potencia, siendo por lo tanto el halotano el anestésico inhalatorio más potente.

La administración de sedantes o algunos analgésicos en la premedicación o intraoperatoriamente pueden reducir la CAM, o lo que es lo mismo aumentan la potencia relativa del anestésico en ese paciente y procedimiento. Debemos considerar que opiáceos como la morfina, no siempre producen este efecto en los equinos, por lo que se deben evitar las dosis altas de opiáceos durante la premedicación.

Anestésicos inhalatorios

Por lo general son líquidos que se evaporan con facilidad y permiten alcanzar concentraciones de vapor elevadas a temperatura ambiente y presión atmosférica. Para controlar la cantidad de anestésico liberada al circuito, se utilizan los vaporizadores. Por ejemplo, en condiciones normales de presión atmosférica y temperatura (20°C) la presión de vapor del Isoflurano es aproximadamente del 32% mientras que la cantidad que debemos administrar al paciente durante los minutos iniciales no supera el 5%, razón por la cual empleamos vaporizadores que regulan la concentración suministrada. Veremos a continuación algunas características de los principales.

- **Halotano:** Tiene una CAM es de 0,9% por lo que una concentración alveolar del 1-1,5% suele ser suficiente para mantener la anestesia durante la cirugía, si bien existe gran variabilidad individual. Debemos recordar de nuevo que la concentración marcada en el

Tabla I. Dosis de los fármacos más utilizados en anestesia de caballos

Fármaco	Nombre comercial*	Concentración (mg/ml)	Dosis (mg/kg)	V?	500 kg (ml)
Sedantes					
Acepromacina	Calmoneosan	5	0,03	IV-IM	1-10
Detomidina (premed.)	Domosedan	10	0,01	IV	0,5
Detomidina (sedaci?)	Domosedan	10	0,02	IV	1
Romifidina (premed.)	Sedivet	10	0,1	IV	5
Romifidina (rec. Anest.)	Sedivet	10	0,008	IV	0,4
Xilacina (premed.)	Xilagesic 20%	200	1,1	IV	2,75
Xilacina (sedaci?)	Xilagesic 20%	200	0,5-1,1	IV	1,25-2,75
Diacepam	Valium	5	0,01-0,2	IV	1-2
Agentes inductores					
Ketamina	Imalgene	100	2,2	IV	11
Tiopental	Pentotal	50	5-6	IV	5-10
Tiopental (coadyuvante de la inducci?)	Pentotal	50	0,5-1	IV	5-10
Guaifenesina (relajante musc.)	Myolaxin	150	25-100	IV	83-333
Analgésicos					
Butorfanol	Torbugesic	10	0,05-0,2	IV	2,5-5
Meloxicam	Metacam	20	0,2	IV	5
Fenilbutazona	Butasyl	200	4	IV	10
Flunixin meglumine	Flunex, Meflosyl, Finadyne	50	1,1	IV	11
Dexametasona	Resdex	2	0,04	IV	10
SopORTE cardiovascular					
Adrenalina	Adrenalina Braun	1	0,003	IV	1,5
Dobutamina	Dobutamina	25	0,5-5,0 g/kg/min	IV	20-200/min
Atropina	Atropina Braun	1	0,01	IV	5
Otros					
Doxapram	Docatone	20	0,44	IV	11

vaporizador puede ser significativamente superior, especialmente al principio de la anestesia (2-2,5%) debido a la captación de anestésico por el animal. Produce depresión de la contractilidad miocárdica e hipotensión. Sensibiliza el corazón frente a las arritmias inducidas por catecolaminas. Causa depresión de los centros respiratorios, reduciendo la respuesta al incremento del dióxido de carbono, disminuyendo el volumen corriente y la frecuencia respiratoria.

- **Isoflurano:** en la actualidad es el fármaco más utilizado en anestesia inhalatoria en caballos. Su CAM se acerca al 1,3%, por lo que con una fracción espirada cercana al 1,5-1,8% puede ser suficiente para mantener la anestesia durante la cirugía. Es menos soluble que el halotano en la sangre y tejido adiposo, por lo que la inducción y recuperación son más rápidas, representando una ventaja en esta especie. Causa menor depresión miocárdica que el halotano y, como el sevoflurano, no sensibiliza al corazón a las arritmias inducidas por catecolaminas. Produce una depresión respiratoria ligeramente más potente que el halotano. La principal diferencia de ambos es que la práctica totalidad del isoflurano se elimina del organismo por vía pulmonar; muy poca cantidad se metaboliza en el hígado y elimina renalmente, esto proporciona unas recuperaciones mucho más cortas y que afectan en menor medida a la función hepática y renal.

- **Sevoflurano:** Con una CAM próxima al 2,5%, posee características depresoras cardiovasculares y respiratorias similares al isoflurano. Es menos soluble en sangre y tejido adiposo que el isoflurano, consiguiendo una inducción más rápida que con isoflurano, y más aun que con el halotano. Por ello podemos correr un mayor peligro de sobredosificación. Su eliminación acelerada conduce a recuperaciones disfóricas con desorientación, violencia e incoordinación, durante el periodo de recuperación. Esto ocurre en menor medida con el isoflurano. En ambos casos es recomendable la administración de sedantes agonistas de los receptores alfa-2 durante la recuperación.

Monitorización del paciente

Durante el mantenimiento de la anestesia es importante monitorizar una serie de parámetros que ofrecen información relevante sobre la situación del paciente, así entre otros destacan:

Monitorización del sistema cardiovascular

El objetivo principal de la anestesia es mantener una plano anestésico adecuado al procedimiento quirúrgico pero al mismo tiempo preservar las funciones fisiológicas, especialmente las más importantes. Una buena perfusión tisular que

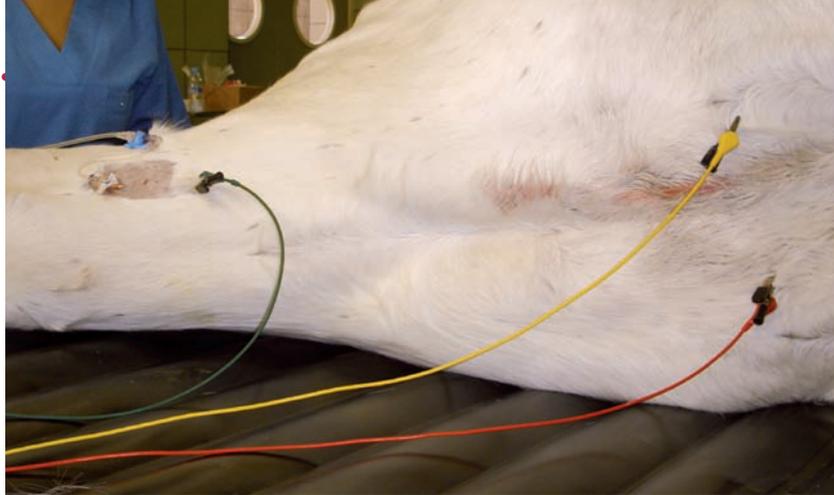


Fig. 6. Colocación de los electrodos para la monitorización del electrocardiograma durante la anestesia. Normalmente el tercer electrodo se coloca en la espalda del animal.

garantice un aporte adecuado de oxígeno es una de ellas y esta depende en gran medida del **gasto cardiaco** por lo que su determinación sería idónea. Desgraciadamente, medir este parámetro resulta difícil y utilizan otros parámetros, indirectos, para conocer el estado de perfusión tisular.

Pulso: Debe valorarse antes y después de la anestesia, así como regularmente durante la misma. En el caballo existen varias arterias periféricas que se palpan bien como la **arteria facial** (es la que se utiliza con más frecuencia en la monitorización), metatarsiana, facial transversa, digital y metacarpiana. **La calidad del pulso aporta información acerca del estado de la circulación periférica e, indirectamente, sobre la contractibilidad cardiaca.** Puede ser débil cuando se produce una fuerte vasoconstricción como ocurre inmediatamente después de la administración de alfa-2 agonistas ó catecolaminas, aunque en estos casos la presión arterial es elevada.

Color de las membranas mucosas: El color de las mucosas y el tiempo de llenado de estas, aporta información sobre el **grado de oxigenación y el estado de la perfusión periférica.** En los caballos se usa principalmente la **mucosa gingival.** El tiempo de llenado debe ser inferior a los 2 segundos; tiempos superiores se asocian con una perfusión periférica inadecuada. La interpretación del color de las mucosas es subjetiva pero da una buena aproximación al estado de la perfusión periférica y funcionalidad cardiaca.

Presión arterial: Aporta buena información, aunque indirecta, sobre el estado del sistema cardiovascular. Es, junto con el pulso y la respiración, el parámetro más importante que hay que monitorizar. Un incremento agudo de la presión arterial podría ser indicativo de un **insuficiente plano anestésico por respuesta a la cirugía.** La hipotensión está asociada a un aumento de la incidencia de miopatía, por lo que se debe mantener la presión arterial media por encima de 70 mmHg. Para medir la presión arterial directamente (método invasivo) se debe colocar un catéter en una arteria, (en los caballos se utiliza la **facial, facial transversa ó la metatarsiana**) este catéter se conecta a un prolongador

“Las complicaciones más frecuentes en la anestesia del caballo son la hipotensión y la hipoxemia”

lleno de solución salina heparinizada (5 UI/mL) que irá conectado a su vez a un transductor electromecánico y conectado a un monitor de presión arterial. Este sistema nos proporciona los valores de presión sistólica, diastólica, media y/o la onda de presión en pantalla.

Electrocardiografía: Aporta información sobre la normalidad de la actividad eléctrica del corazón.

Los cambios en el ritmo cardiaco o en la configuración de las ondas pueden ir asociados a anomalías circulatorias o de oxigenación. En general los cambios en el ECG también pueden ir asociados a alteraciones sistémicas (por ejemplo, la onda T puede cambiar si se produce hipoxemia ó desequilibrios electrolíticos) o de condiciones intrínsecas del músculo miocárdico o del estado del sistema nervioso autónomo (dolor, predominancia simpática...). En grandes animales es preferible utilizar electrodos de pinza ('cocodrilos'). Para ello debemos aplicar previamente gel conductor sobre el lugar de colocación. El emplazamiento preferente de los mismos, para una derivación unipolar es en el **cuello, pecho y espalda**.

Monitorización del sistema respiratorio

Ventilación: Se debe supervisar el movimiento respiratorio de la pared torácica y del balón del circuito anestésico ó concertina (en caso de ventilación mecánica), ya que la disparidad entre ellos indica obstrucción de la vía aérea o desconexión. También es importante controlar la frecuencia respiratoria (> 4 respiraciones por minuto).

Capnografía: La lectura del dióxido de carbono al final de la espiración sirve como guía para inferir la concentración arterial de CO². La muestra se obtiene normalmente del tubo endotraqueal de forma continua. Durante la espiración, se produce una elevación con una pendiente muy pronunciada, seguida de una zona de meseta o con una inclinación poco pronunciada que

“La mayor parte de los problemas que se desarrollan durante la anestesia se hacen evidentes en el periodo de recuperación siendo las miopatías y neuropatías las más comunes”.

corresponde con el gas alveolar y cuya concentración de CO₂ es un reflejo muy aproximado de la concentración en sangre. Después aparece una caída brusca de los niveles de CO₂ durante la inspiración de gas fresco. Cuando la concentración corriente final es elevada es indicativo de una función respiratoria insuficiente para excretar todo el dióxido de carbono producido. Durante la ventilación asistida (ventilación intermitente con presión positiva, IPPV) la capnografía **sirve para ajustar los parámetros óptimos del mismo**.

Pulsioximetría: Es un método no invasivo de medir la saturación de la hemoglobina, es sensible en la detección de cambios en la oxigenación arterial. Se debe colocar en la

lengua, en labios no pigmentados ó septo nasal. La saturación debe permanecer por encima del 95%.

Gasometría: El análisis de gases sanguíneos no es un procedimiento rutinario. Se debe realizar preferiblemente con sangre arterial tomada en condiciones anaeróbicas.

Monitorización básica en condiciones de campo: El procedimiento de monitorización anteriormente descrito sería ideal porque nos permite un control bastante preciso sobre la función cardiovascular y respiratoria, aunque en condiciones de campo no vamos a disponer de los medios necesarios para realizarla. En estos casos, se debe aplicar una **monitorización básica que consiste en la observación permanente del patrón respiratorio, palpación regular del pulso para comprobar su calidad, regularidad y frecuencia y coloración de las membranas mucosas**. Se debe disponer siempre de una vía venosa permeable para la administración rápida de sueros ó fármacos. Es muy recomendable tener disponible un **equipo para revertir la apnea que suele ser la complicación más frecuente, este equipo consistiría en un tubo endotraqueal, con una válvula de demanda (Hudson) y una botella de oxígeno pequeña**.



Fig. 7. Maquina anestésica para caballos.

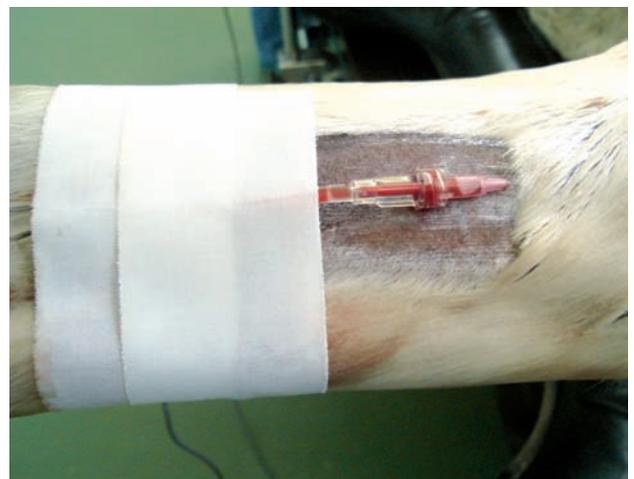


Fig. 8. Línea arterial en la Arteria Metatarsiana, para monitorización de la presión arterial invasiva. Otra vía común es la arteria facial.

Profundidad de la anestesia

Puede ser monitorizada indirectamente mediante la observación de la posición del ojo, respuesta al reflejo palpebral y corneal, grado de relajación muscular y ausencia de movimiento ante un estímulo doloroso.

La monitorización de la presión arterial, frecuencia cardíaca y respiratoria también puede ser utilizada como método indirecto para determinar la profundidad de la anestesia, pero ningún signo valorado es un indicador claro de la misma. **La concentración alveolar de agente anestésico determina la profundidad de la anestesia.** La dosis de agente volátil necesaria para una intervención quirúrgica es reducida por los fármacos utilizados en la premedicación y en la inducción debido al efecto depresor sobre el SNC. Después de la premedicación y la inducción una concentración alveolar de 1,2- 1,5 CAM es suficiente para la mayoría de los procedimientos quirúrgicos.

Frecuencia cardíaca	30-45
Presión arterial media	70-100
Tiempo de llenado capilar	<2 s
Frecuencia respiratoria	6-20
Capnometría	35-45 mmHg
PaO ₂	>100
Temperatura	38-39
Reflejo corneal	positivo

Complicaciones Anestésicas

Las complicaciones más frecuentes en la anestesia del caballo son la hipotensión y la hipoxemia. Todos los anestésicos inhalatorios producen hipotensión y en los caballos es, probablemente, una de las principales causas de riesgo anestésico. Consideramos que el paciente está hipotenso cuando presenta una presión arterial media inferior a 60 mmHg. El protocolo de tratamiento de la hipotensión consiste en reducir el plano anestésico (si se puede), incrementar el ritmo de administración de fluidos durante la anestesia, recurrir a fármacos simpaticomiméticos como la dobutamina (1-5 µg/ Kg/ min). Durante la anestesia debemos aportar una mezcla rica en oxígeno (>30%) para evitar situaciones de hipoxemia. Además, debemos garantizar una ventilación adecuada, que garantice la oxigenación de la sangre, así como una función cardiovascular adecuada, que permita que la sangre oxigenada llegue a los tejidos, especialmente aquellos situados en zonas declive. La acidosis respiratoria producida por hipoventilación (dióxido de carbono corriente final > 45 mmHg) es frecuente en procedimientos largos cuando el animal ventila espontáneamente.

Recuperación de la anestesia

Debe realizarse en un lugar sin obstáculos, preferentemente un box acolchado. Se debe evitar la exci-



Fig. 9. Pieza en Y del circuito circular equino. Obsérvese la conexión de la línea de muestreo de gas sobre la rama espiratoria y la colocación de la sonda de pulsioximetría sobre la lengua del paciente. Las cabezadas y otros arneos del paciente deben retirarse para evitar compresiones de los nervios durante el decúbito.

tación en la recuperación anestésica manteniendo un ambiente sin ruidos y, si es necesario, administrar sedantes a dosis bajas (los más usados son los agonistas adrenérgicos alfa-2). La mayor parte de los problemas que se desarrollan durante la anestesia se hacen evidentes en el periodo de recuperación siendo las miopatías y neuropatías los más comunes aunque el problema se generó en el periodo operatorio. Las neuropatías surgen por apoyos inadecuados de la cabeza o extremidades, comprimiendo nervios que terminan dañados. La extubación se realiza cuando el animal recupera el reflejo de deglución, normalmente en un periodo de unos 15-25 minutos dependiendo de la duración de la cirugía. Finalmente, el animal debe estar vigilado a lo largo de todo el proceso de recuperación.

BIBLIOGRAFIA

- Kronen PW. Anesthetic management of the horse: Inhalation Anesthesia (2003), International Veterinary Information Service (www.ivis.org, acceso: 8 de febrero de 2007)
- Mama RK, Wagner AE, Steffey EP et al. Evaluation of xilazine and ketamine for total intravenous anesthesia in horses. Am J Vet Res () 6: 1002- 1007, 2005
- Mama RK. Traditional and non-traditional uses of anesthetic drugs- an update. Vet. Clin. Nort Am (Equine practice) 18 169-179, 2002
- Muir WW, Hubbell JAE, Skarda RT and Bednarski RM. Manual de anestesia veterinaria (3ª edición), Harcourt-Mosby (2001).
- Muir WW, Lerche P, Robertson JT et al. Comparison of four drug combinations for total intravenous anesthesia of horses undergoing surgical removal of an abdominal testis. J Am Vet Med Assoc 217:869-873, 2000
- Rose RJ and Hodgson DR. Manual clínico de equinos, Interamericana-McGraw-Hill (1995): pp. 539-541.
- Taylor PM and Clarke KW. Manual de anestesia en equinos, Intermédica (2001).