

Efectos cardiorrespiratorios de xilacina, hidrato de cloral y ketamina como régimen anestésico de corta duración en equinos

Juan Manuel Estrada McDermott^{1*}, Manuel Estrada Umaña², Adrián Solano Alfaro³ y Roberto Estrada McDermott⁴

- 1 Practicante en Anestesia Equina, Cátedra de Cirugía de Especies Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional.
- 2 Cátedra de Cirugía de Especies Mayores y Hospital, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional.
- 3 Practicante privado, Corral del Sol, Hospital para Animales, San Isidro de El General, Pérez Zeledón.
- 4 Cátedra de Cirugía de Especies Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the cardio-respiratory safety and the quality of the xilazine /chloral hydrate /ketamine protocol for intravenous anaesthesia in the horse. Heart rate, respiratory rate, invasive blood pressure, ECG, pH, base excess, PaO₂, PaCO₂, Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺ and surgical anaesthesia and recumbency times were monitored.

The surgical anaesthesia time was 23.13 minutes ± 2.59 minutes, with recovery times of 36.25 minutes ± 11.52. The cardiovascular parameters were 111.2 (± 12.3), 79.8 (± 9.3) and 92.7 (± 10.3) for systolic, diastolic and mean arterial blood pressures respectively. In the overall it was demonstrated that the usage of chloral hydrate in addition to xilazine and ketamine provides a desired quality of anaesthesia and an adequate surgical anaesthetic period for field procedures or for induction previous to inhalatory anaesthesia.

Keywords: *equine anaesthesia, chloral hydrate, cardiovascular safety, balanced anaesthesia.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar la seguridad cardiorrespiratoria y calidad de la anestesia del protocolo xilacina/hidrato de cloral/ketamina para anestesia intravenosa en los equinos. Para este propósito fueron monitoreados: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial directa, ECG, PaO₂, PaCO₂, pH, exceso de base, Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺ y tiempo de anestesia quirúrgica y de recumbencia. Se obtuvo un promedio de tiempo de anestesia de 23.13 minutos ± 2.59, además de proveer un tiempo promedio de recuperación de 36.25 minutos ± 11.52. Los parámetros cardiovasculares fueron 111.2 (± 12.3), 79.8 (± 9.3) y 92.7 (± 10.3) para presión sistólica, diastólica y media, respectivamente. En general se demostró que la adición del hidrato de cloral a la xilacina y la ketamina provee una calidad deseada de anestesia y un tiempo aceptable de anestesia quirúrgica para procedimientos de campo o previo a la inducción para anestesia inhalatoria.

Palabras claves: *anestesia equina, hidrato de cloral, seguridad cardiovascular, anestesia balanceada.*

Recibido: 17 de abril del 2008

Aceptado: 26 de marzo del 2009

* Autor para correspondencia: correo electrónico: jmevet@hotmail.com

Abreviaturas

ECG: Electrocardiograma.

FC: Frecuencia cardiaca.

FR: Frecuencia respiratoria.

X-HC-K: Xilacina, Hidrato de Cloral y Ketamina.

T.I.V.A.: Anestesia Total Intravenosa.

pH: Grado de Acidez o Alcalinidad.

PaCO₂: Presión arterial de CO₂.

PaO₂: Presión arterial de O₂.

Be: Exceso de bases.

HCO₃: Bicarbonato.

SpO₂: Saturación de Oxígeno.

Na⁺: Sodio.

K⁺: Potasio.

Ca⁺⁺: Calcio ionizado.

INTRODUCCIÓN

La anestesia y analgesia equina han progresado enormemente en el ámbito mundial en los últimos 50 años. Lo anterior ha sucedido por la introducción de nuevas drogas, diferentes métodos y técnicas anestésicas y equipo de monitoreo (Muir & Hubbell, 1991; Allen, 1998; Hall *et al.*, 2001; Bertone & Horspool, 2004; Doherty & Valverde, 2006). Las técnicas de anestesia modernas incluyen el uso de combinaciones de anestésicos con mayores márgenes de seguridad y efectos aditivos o sinérgicos que posibilitan un grado anestésico deseado con menor cantidad de efectos secundarios indeseables, principalmente del sistema cardiorrespiratorio y del nervioso (Robert, 1997; Sumano, 1997; Hubbell, 1999; Bertone & Horspool, 2004; Doherty & Valverde, 2006).

La anestesia en general es una práctica diaria en la profesión veterinaria, siendo una especialidad que se obtiene tanto por el conocimiento científico, como en la habilidad y práctica del profesional para dominar este "arte" (Hall *et al.*, 2001; Doherty & Valverde, 2006).

El concepto de combinaciones anestésicas de dos o más drogas debe permitir en lo posible un efecto balanceado donde es posible lograr sedación, relajación muscular, analgesia y amnesia (Muir & Hubbell, 1991; Hall *et al.*, 2001; Doherty & Valverde, 2006). También se logra reducir las dosis individuales de las distintas drogas por efecto de potenciación entre las mismas, además de reducir el tiempo de recuperación del animal, debido a una metabolización más rápida y menor efecto de cada una de las drogas individuales. (Muir *et al.*,

1977; Muir & Hubbell, 1991; Riebold *et al.*, 1995; Bill, 1997; Allen, 1998; Hubbell, 1999; Rose, 2000; Gangl *et al.*, 2001; Muir & Hubbell, 2001).

En el pasado se utilizaban agentes farmacológicos únicos para lograr la anestesia general, pero las dosis requeridas para obtener planos quirúrgicos se acercan demasiado a la dosis letal media de las drogas usadas (DL_{50}), con un mayor tiempo de metabolización, mayor depresión del sistema nervioso central y, por ende, una recuperación más larga y complicada (Muir & Hubbell, 1991; Hall *et al.*, 2001; Bertone & Horspool, 2004). En los años cuarenta, se introduce el concepto de anestesia balanceada como la premisa básica de la anestesia en el ámbito mundial y se mantiene hasta hoy. Para lograr una anestesia balanceada (donde se logre sedación, relajación muscular, analgesia y amnesia), se deben utilizar mezclas de dos o más agentes para conseguir el efecto anestésico (Muir & Hubbell, 1991; Hall *et al.*, 2001; Doherty & Valverde, 2006).

A partir de 1977 comenzó una nueva era de seguridad en la anestesia equina, con la introducción de la mezcla de xilacina y ketamina para anestesia endovenosa de corta duración. Posteriormente se demostró que al agregar otros fármacos a este protocolo se logra reducir las dosis debido al efecto de potenciación entre las mismas drogas, además de reducir el tiempo

de recuperación del animal a causa de una metabolización más rápida de cada una de las drogas individuales y producir relajación muscular que es el efecto clínico deseado. Con base en lo anterior, se ha reportado varios protocolos con combinaciones de fármacos, que permiten mejorar el tiempo y profundidad de anestesia necesarios para realizar procedimientos de campo o para la inducción previa a la anestesia inhalatoria (Muir *et al.*, 1977; Muir & Hubbell, 1991; Riebold *et al.*, 1995; Bill, 1997; Allen, 1998; Hubbell, 1999; Rose, 2000; Gangl *et al.*, 2001; Muir & Hubbell, 2001).

La combinación de un agonista alfa-2 y ketamina es probablemente el protocolo anestésico más utilizado en la actualidad en anestesia de equinos. La literatura científica reporta diversos protocolos para anestesia total intravenosa (T.I.V.A.) en equinos, usados con diferentes grados de éxito (Muir *et al.*, 1977; Estrada, 1985; Brock & Hildebrand, 1990; Matthews *et al.*, 1993; Kerr *et al.*, 1996; Estrada, 2000; Mama, 2000; Auben, 2002; Kruse-Elliott, 2002; Kerr *et al.*, 2004; Mama, 2004; Doherty & Valverde, 2006). Además, estas drogas (xilacina y ketamina) se encuentran ampliamente disponibles en el mercado costarricense.

El propósito del presente estudio es reportar un protocolo anestésico, seguro y económico, por medio del uso de xilacina/hidrato de cloral/ketami-

na (X-HC-K) en el equino y evaluar los efectos cardiorrespiratorios de esta mezcla, los cuales aun no han sido reportados. Además de proveer al médico veterinario de campo de un protocolo anestésico para procedimientos quirúrgicos por cortos períodos, como es el caso de los efectuados en caballos en condiciones de campo, o como protocolo para inducción y derribo previo a la anestesia general con agentes inhalatorios.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el presente estudio se utilizó estadística de resumen, donde los valores procesados se expresan como media \pm desviación estándar (DS).

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron ocho caballos adultos, con una edad promedio de 8.8 años (DS 1.55, mínimo 7 años y máximo 12 años) y con un peso estimado de 343.75 kg (DS 29.12, mínimo 325 kg y máximo 400 kg). Los caballos eran propiedad de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, Costa Rica y de criadores privados que facilitaron algunos animales.

A cada caballo se le realizó un examen objetivo general y pruebas básicas de laboratorio, como hematocrito y proteínas totales, con el fin de descartar enfermedades anemizantes, circulatorias o respiratorias.

El estudio fue aprobado por la Dirección de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, por el Comité de Anteproyectos de Graduación de la Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional y por la Cátedra de Cirugía de Especies Mayores del Hospital de Especies Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional.

Preparación de la solución de hidrato de cloral

La solución de hidrato de cloral (calidad reactivo, suplido por kilo por Farmacias Fishel S.A.) al 10% fue preparada según lo descrito por Hall *et al.*, 2001. Brevemente, en una bolsa de 250 ml de solución de dextrosa al 5%, se mezclan 25 gr de cristales de hidrato de cloral y se diluyen por agitación.

La dosis de hidrato de cloral que se utilizó fue de 50 mg/kg. Esta dosis está relacionada con los datos reportados por Hall *et al.* (2001); en esta se utilizaron 25 gr de hidrato de cloral como dosis total para lograr una sedación leve para un caballo de 450 kg de peso (dosis de 55 mg/kg).

Monitoreo y anestesia

Previo a ser anestesiados, a cada caballo se le insertó un catéter endovenoso, calibre 14 G x 57 mm (Jelco, I.V. Catheter, Tampa, FL, USA), en la vena yugular en dirección caudal y se fijó a la piel usando un adherente sintético

(goma loca), una llave de triple paso y una extensión conectada a la jeringa con solución heparinizada. Se colocó un catéter calibre 20 G x 48 mm (B.D. Insyte I.V. Catheter, USA), con un tapón heparinizado en la arteria facial transversa para la medición de la presión arterial y la toma de muestras para realizar la medición de los gases arteriales y electrolitos (i-STAT Portable Clinical Analyzer con cartuchos EG7+, Illinois, USA), 15 minutos antes del derribo y 10 minutos posterior a la inducción.

Una vez en la sala de derribo abierta, con el animal posicionado contra la pared, fue administrada una dosis de xilacina (Xilacina 10%, PISA Agropecuaria, S.A. de C.V., México) de 1.1 mg/kg vía endovenosa. Cinco minutos después se procedió con la administración endovenosa del bolo de hidrato de cloral en dosis de 50 mg/kg de forma rápida, utilizando 2 o 3 jeringas de 50 cc (según la dosis requerida), sin esperar que el animal mostrara los signos clínicos de ataxia y relajación, e inmediatamente se inyectó el bolo de ketamina (Ketamina 50, Holliday-Scott S.A., Argentina) de 2.2 mg/kg por vía endovenosa. El animal solamente fue asistido durante el derribo sosteniéndole la cabeza para simular las condiciones de campo y poder observar mejor el comportamiento del paciente durante la etapa de inducción.

Inmediatamente después de la inducción, posicionando al animal en de-

cúbito lateral derecho, se procedió a instrumentarlo. Por medio de un monitor multiparámetros (Monitor Max 1, Cardell, Florida, USA) se monitoreó el electrocardiograma (ECG), la frecuencia cardíaca (FC) y la presión arterial directa. Es importante mencionar que el transductor se posicionó a la altura del corazón, esto para evitar lecturas erróneas y además el equipo fue previamente calibrado con un esfigmomanómetro de mercurio. La frecuencia respiratoria (FR) fue monitoreada mediante observación del movimiento de la pared torácica y el pulso mediante palpación y los datos recibidos por el monitor.

Los parámetros cardiorrespiratorios fueron determinados 10 minutos antes de la administración de xilacina (línea basal) y luego de la inducción de la anestesia fueron determinados cada 5 minutos, previo y posterior al estímulo eléctrico, hasta el final de la anestesia quirúrgica. No se tomaron los parámetros del período posterior a la sedación con xilacina, previo a la inducción.

Para evaluar la duración de la anestesia quirúrgica, se utilizó un estímulo doloroso supramáximo igual al reportado por Kerr *et al.* (1996). Con ese fin se colocaron dos agujas 18 G, a 1 cm por encima de la banda coronaria del casco en el miembro anterior que se encontrara dorsal en el animal recumbente. Estas se conectaron a un neuroestimulador (Innervator NS252A, New Zealand) para realizar un estímulo eléctrico supramáximo que

simulara un estímulo quirúrgico y hacer una medición del tiempo de la anestesia quirúrgica. Dicho estímulo fue aplicado a intervalos de 5 minutos. Se utilizó un estímulo eléctrico tetánico de 5 segundos de 100 Hz y 10 mA; si este resultaba negativo se le aplicaba un segundo estímulo de 20 mA un minuto después.

Al final de la anestesia quirúrgica se consideró si alguna de las siguientes respuestas al estímulo doloroso era observada: aumento de más de 10 mmHg en la presión arterial, nistagmo, movimientos de orejas o movimientos voluntarios de las extremidades. Una vez determinada la ausencia de un plano de anestesia quirúrgica se procedió a retirar todo el equipo de monitoreo y se cerró la sala de recuperación, permitiendo al caballo que se levantara por sí mismo sin ningún tipo de ayuda o estímulo externo.

El tiempo de recumbencia se determinó desde la inducción hasta que el animal estuvo en pie, a pesar de que también se tomó el tiempo que el animal se mantuvo en posición esternal, en caso de que este no se levantara en un solo movimiento.

RESULTADOS

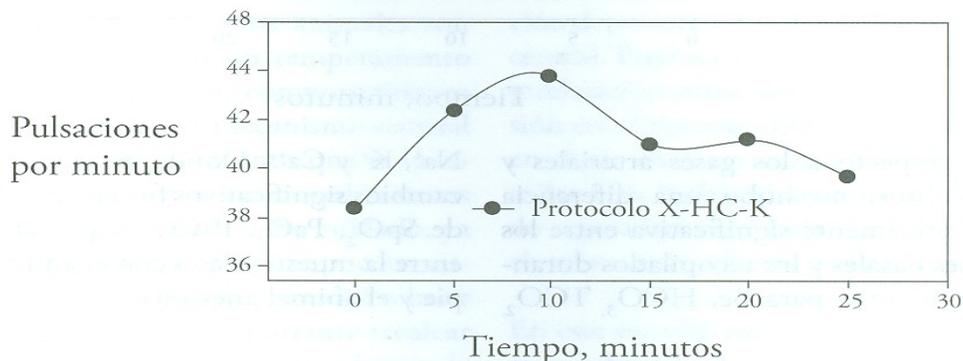
Los tiempos de anestesia quirúrgica en equinos por medio del protocolo X-HC-K se reportan en el Cuadro 1. Este tiempo quirúrgico termina en el momento que se presentó alguna de las respuestas positivas al estímulo doloroso. Aquí también se incluyen el tiempo para lograr la posición esternal y la recuperación total del caballo, desde la inducción hasta la incorporación del animal.

Cuadro 1. Tiempos de anestesia quirúrgica y recuperación en equinos anestesiados con xilacina, hidrato de cloral y ketamina.

Protocolo X-HC-K	Minutos	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Tiempo quirúrgico	23	2,6	20	25
Esternal	30	2,8	26	33
Animal en pie	36	11,5	23	59

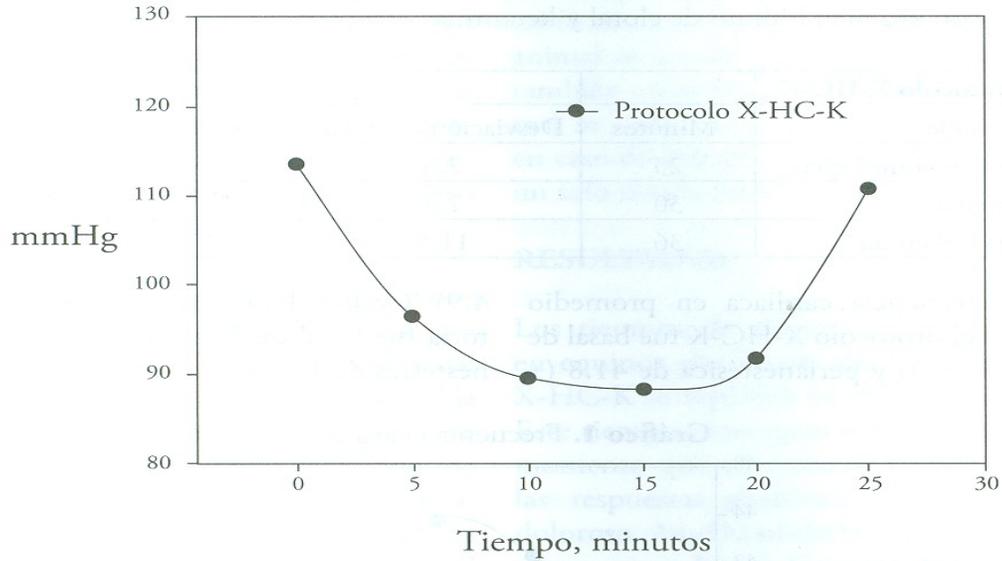
La frecuencia cardiaca en promedio para el protocolo X-HC-K fue basal de 38.4 (± 5) y perianestésica de 41.8 (± 4.9) (Gráfico 1), la frecuencia respiratoria fue basal de 28 (± 13.6) y perianestésica de 14.8 (± 4.8).

Gráfico 1. Frecuencia cardiaca



Las presiones arteriales encontradas fueron para la basal: 142 (± 9.8) mmHg, 92.6 (± 13.7) mmHg y 113.4 (± 12.11) mmHg y para la perianestésica: 111.2 (± 12.3) mmHg, 79.8 (± 9.3) mmHg y 92.7 (± 10.3) mmHg, para las presiones sistólica, la diastólica y la media.

Gráfico 2. Presión arterial mediana



Con respecto a los gases arteriales y electrolitos, no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores basales y los recopilados durante la anestesia para Be , HCO_3 , TCO_2 ,

Na^+ , K^+ y Ca^{++} . Donde se encontraron cambios significativos fue en los valores de SpO_2 , PaO_2 , PaCO_2 y pH arterial entre la muestra basal con el animal en pie y el animal anestesiado.

Cuadro 2. Gases arteriales y electrolitos en equinos anestesiados con xilacina, hidrato de cloral y ketamina.

Protocolo X-HC-K	Muestra basal	Muestra perianestésica
Variable		
pH	7.44 ±0.1	7.38 ±0.1
PaCO_2	39.2 ±2.9	45.6 ±4.0
PaO_2	83.1 ±4.7	56.4 ±6.7
Be	3 ±2.2	1.9 ±4.1
HCO_3	27.1 ±1.8	27 ±3.4
TCO_2	28.3 ±1.8	28.4 ±3.7
SpO_2	96.5 ±1.1	87.5 ±3.6
Na^+	134 ±4.5	127.6 ±10.2
K^+	3.8 ±0.4	3.5 ±0.5
Ca^{++}	1.5 ±0.1	1.4 ±0.1

DISCUSIÓN

Este estudio quiso comprobar la calidad de la anestesia y la seguridad cardiorrespiratoria de la anestesia general en equinos al adjuntar hidrato de cloral como parte de un régimen anestésico de anestesia balanceada, ya que esta no ha sido reportada en la literatura científica reciente.

Cuando se anestesian ejemplares de la especie equina, la inducción y la recuperación son períodos de suma importancia, ya que estos animales son muy fuertes y con un temperamento altamente explosivo, comportamiento relacionado con el mecanismo natural de defensa de los equinos que es el escape. Esto hace que los procedimientos anestésicos sean de mucho cuidado, ya que los equinos al asustarse pueden autoinfligirse lesiones de gravedad o herir a los operarios. Es importante recalcar el hecho de que tiempos muy largos de recumbencia y recuperaciones violentas en los pacientes de la especie equina predisponen a lesiones por compresión nerviosa, rabdomiólisis con daño renal secundario y traumas que pueden llevar hasta la muerte del animal (Muir & Hubbell, 1991; Riebold *et al.*, 1995; Bill, 1997; Mama, 2000; Wagner, 2000; Hinchcliff *et al.*, 2004; Keegan, 2005; Doherty & Valverde, 2006).

El uso del hidrato de cloral en caballos fue publicado por Hall *et al.* (2001), sin embargo, solamente se reporta su uso como agente único en diferentes

dosis para lograr sedación y anestesia general y no se reportan valores cardiovasculares. La calidad y tiempo de la anestesia utilizando el hidrato de cloral en forma satisfactoria en las dosis reportadas en este estudio, ya ha sido utilizado en forma clínica en nuestro país (Estrada, 2006; Montero, 2006).

El hidrato de cloral es un sedativo hipnótico no barbitúrico que al entrar al torrente sanguíneo se transforma en 2,2,2-tricloroetanol y se cree que este metabolito es el responsable de su acción depresora sobre el sistema nervioso central. Produce en dosis bajas sedación y relajación muscular con poca depresión en el sistema cardiorrespiratorio y en dosis altas un comportamiento similar a los barbitúricos con un margen de seguridad muy bajo. El hidrato de cloral no tiene efectos analgésicos.

En este estudio no se comparó el efecto combinado de hidrato de cloral con xilacina y ketamina con un grupo que recibiera solo xilacina y ketamina, sin embargo, es posible que la presencia de hidrato de cloral mejorara la calidad de inducción y prolongara la duración de la anestesia, similar al uso de benzodiacepinas o gliceril guaiacolato a combinaciones de agonistas alfa-2 y ketamina, lo que resulta en una mejor sedación y relajación muscular y, por ende, una anestesia de mayor calidad y duración.

En nuestro estudio, las inducciones fueron exitosas y suaves, sin forcejeos y con

el animal alcanzando la recumbencia y una buena relajación muscular en menos de 1 minuto. Además, las recuperaciones en todos los animales fueron bastante controladas y sin demostrar excitación. El tiempo de anestesia quirúrgica fue de 23 ± 2.59 minutos con una dosis única de X-HC-K. Podemos decir que el uso de hidrato de cloral al ser adicionado a la combinación de X-K es similar a lo reportado en la literatura, ya que cuando las benzodiazepinas son adicionadas al mismo protocolo de xilacina y ketamina, los tiempos de anestesia quirúrgica son similares a nuestro estudio, 15.8 ± 1.6 minutos (Kerr *et al.*, 1996), por lo que podemos demostrar que el uso del hidrato de cloral al igual que el diazepam o la guaifenesina proveen un mayor tiempo de anestesia quirúrgica vs. la combinación xilacina y ketamina que da un tiempo de 10 minutos de anestesia quirúrgica (Muir *et al.*, 1977; Brock & Hildebrand, 1990; Kerr *et al.*, 1996; Kerr *et al.*, 2004).

Basados en los valores cardiovasculares obtenidos en este estudio, se demostró que el uso del hidrato de cloral en conjunto con xilacina y ketamina provee una adecuada estabilidad cardiovascular en el grupo de animales estudiados, ya que se obtuvieron cambios hemodinámicos y respiratorios significativos pero consistentes con la literatura.

Con respecto a los gases arteriales, el más importante que se debe considerar normalmente es el oxígeno arterial, que aunado a la presión arterial nos

da una idea de la perfusión de los tejidos. Esto en equinos anestesiados es de suma importancia, ya que bajas presiones arteriales con bajas tensiones de oxígeno arterial debido a depresión del sistema respiratorio, mala relación entre la oxigenación y la perfusión pulmonar por decúbito lateral o dorsal, poca o ninguna suplementación de oxígeno, compresión por recumbencias muy largas con mal posicionamiento, superficies o camas de recumbencia poco acolchadas y mala perfusión muscular, se han asociado con rabdomiólisis, dificultad para levantarse, fracturas y muerte. Otro gas arterial que se debe considerar es el CO_2 , ya que este aumenta inversamente proporcional a la ventilación alveolar, lo que nos sirve como indicador de la función pulmonar. En el presente estudio se mantuvo el patrón reportado por otros autores (Kerr *et al.*, 1996), en el cual las tensiones de oxígeno arterial disminuyeron y las de CO_2 aumentaron, ya que como era de esperarse se dio una disminución de la presión de oxígeno y en la saturación de oxígeno arterial, además de un aumento marcado de los niveles de CO_2 arteriales, situación que se puede justificar en el hecho de que el estudio pretendió simular las condiciones de campo, por lo cual no se suplementó oxígeno a los animales anestesiados (Brock & Hildebrand, 1990; Kerr *et al.*, 1996; Muir *et al.*, 2000; Kerr *et al.*, 2004). Es importante recalcar que al ser una anestesia de corta duración los problemas por mala perfusión y oxigenación suelen ser infrecuentes (Muir

et al., 1977; Kerr *et al.*, 1996; Muir *et al.*, 2000; Kerr *et al.*, 2004; Doherty & Valverde, 2006).

Las frecuencias cardiacas fueron constantes y estables dentro de los parámetros normales, ya que se mantuvieron por encima de 25 latidos por minuto, que es lo que se reporta como mínimo deseado en la literatura (Muir & Hubbell, 1991; Doherty & Valverde, 2006) y es lo reportado por Kerr *et al.* en 1996 al adicionar diazepam en vez del hidrato de cloral.

La presión media para los pacientes anestesiados fue de 92.7 (\pm 10.3 mmHg) durante la anestesia general, valor que es considerado como apropiado para que se dé una adecuada perfusión. El comportamiento de las presiones fue constante, ya que después de unos minutos en valores altos (115 mmHg), probablemente debido a la vasoconstricción causada por la xilacina, llegó su valor mínimo al minuto 15 de la anestesia (90 mmHg) y luego se comenzó a normalizar y subir hasta los 100 mmHg o más, cuando normalmente el animal comenzaba a mostrar respuesta al estímulo doloroso (Muir & Hubbell, 1991; Muir *et al.*, 2000; Kerr *et al.*, 2004).

Sobre el pH, el balance electrolítico y los iones que fueron medidos, se encontró una gran variedad en los datos recopilados, sin diferencias estadísticamente significativas entre los animales

y el momento en que fue tomada la muestra (muestra basal o durante la anestesia), siendo esto típico de las diferencias propias entre cada paciente individual, procedencia y estado metabólico; pero se demostró que todos estos resultados están dentro de los parámetros fisiológicos normales y muestran diferencias reales que no son indicativas de un cambio serio en la homeostasis del animal (Kerr *et al.*, 1996; Kerr *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

Se determinó que al agregar hidrato de cloral se produce un tiempo de recumbencia aceptable, además de un mayor tiempo de anestesia quirúrgica que el reportado por la literatura para el uso de xilacina y ketamina solas, esto sin representar un peligro en el momento de la recuperación para el caballo y el técnico o veterinario.

Se encontró que este protocolo anestésico brinda un nivel de buena seguridad cardiorrespiratoria, ya que todos los datos obtenidos se ubican dentro de los parámetros aceptados por la literatura como normales.

Con respecto a los costos, la dosis de hidrato de cloral para un caballo de 400 kg de peso ronda los US\$ 1.5 (setiembre, 2007), por lo cual se puede aseverar que es una técnica económica y aplicable en nuestro medio.

RECOMENDACIONES

Es importante mencionar que el tiempo total de anestesia quirúrgica se puede prolongar suministrando bolos de xilacina-ketamina de 1/3 o 1/2 dosis hasta un máximo del doble de la dosis total (Kerr *et al.*, 1996; Kerr *et al.*, 2004; Doherty & Valverde, 2006). Esto nos permite realizar procedimientos rápidos de campo, como castraciones o cirugías menores que no requieran de más de 30-40 minutos de anestesia. La recomendación general de la literatura es que nunca se debe exceder el doble de la dosis total, ya que se da una potenciación de los fármacos que suele producir recuperaciones prolongadas o violentas. Además, parece importante recomendar la suplementación de oxígeno, para evitar el marcado descenso que los protocolos anestésicos producen en este gas sanguíneo, sobre todo si se planea extender el tiempo de anestesia (Muir & Hubbell, 1991; Hall *et al.*, 2001; Bertone & Horspool, 2004; Doherty & Valverde, 2006).

Entre otras posibles complicaciones mencionadas en la literatura científica especializada se pueden incluir: 1) Extravasación de la solución de hidrato de cloral cuando no se utiliza catéter intravenoso, pudiendo producirse flebitis e inflamación perivascular y tisular subyacente por ser muy irritante. 2) Recumbencias muy largas y mal manejo perioperatorio donde se pueden presentar otras patologías como rabdomiólisis, lesiones nerviosas por

compresión, lesiones de ligamentos y tendones, fracturas e inclusive muerte (Muir y Hubbell, 1991; Hall *et al.*, 2001).

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, Costa Rica, por el apoyo brindado a este proyecto. A José Vargas y varios de los estudiantes del internado rotatorio de la Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, que participaron en las anestésias. Al Ing. Carlos Boschini de la Universidad de Costa Rica por su ayuda en el procesamiento estadístico de los datos. A los doctores A. Valverde, W. McDonell y C. Kerr del Ontario Veterinary College, University of Guelph, Canadá, por su valiosa ayuda.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, D. 1998. Anesthesia, pp. 341-596. In D. Allen. *Handbook of veterinary drugs*. 2nd. ed. Lippincott Williams and Wilkins, Canada.
- Auben, M. 2002. Field anesthetic techniques for use in horses. *Compend. Cont. Educ. Proc. Vet.* 24: 411-415.
- Bertone, J. & L. Horspool. 2004. *Equine clinical pharmacology*. 1st. ed. Saunders, Londres, UK.

- Bill, R.L. 1997. *Pharmacology for veterinary technicians*. 2nd. ed. Mosby-Year Book, US.
- Boschini, C. 2006. Comunicación personal con el Lic. Carlos Boschini. Director de la Estación Experimental de Ochomogo. UCR, San José, C.R. Feb. 15.
- Brock, N. & S.V. Hildebrand. 1990. A comparison of xylazine-diazepam/ketamine and xylazine-guaifenesin-ketamine in equine anesthesia. *Vet. Surg.* 19: 468-474.
- Doherty, T. & A. Valverde. 2006. *Manual of equine anesthesia & analgesia*. 1st. ed. Blackwell, US.
- Estrada, J.M. 2000. Una técnica de anestesia general intravenosa para equinos, recomendaciones prácticas. *Cien. Vet.* 23: 57-60.
- Estrada, J.M. 2006. Comunicación personal con el Dr. Juan Manuel Estrada Umaña. Coordinador de la Cátedra y Hospital de Especies Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, UNA, Heredia, C.R. Ago. 20.
- Estrada, R. 1985. Combinación de hidrato de cloral-tiobarbitúrico como agente anestésico intravenoso en equinos: comunicación de 120 casos. *Cien. Vet.* 8: 22-30.
- Gangl, M.; S. Grulke; J. Detilleux & D. Serteyn. 2001. Comparison of thiopentone/guaifenesin, ketamine/guaifenesin and ketamine/midazolam for the induction of horses to be anesthetised with isoflurane. *Vet. Rec.* 149: 147-151.
- Hall, L.W.; K.W. Clarke & C.M. Trim. 2001. *Veterinary anaesthesia*. 1st. ed. W.B. Saunders, Londres, UK.
- Hinchcliff, K.W.; A.J. Kaneps & J.G. Raymond. 2004. *Equine sports medicine and surgery*. 1st. ed. Saunders, Londres, UK.
- Hubbell, J. 1999. Options for field anesthesia in the horse, pp. 120-122. In *AAEP Proceedings*. US.
- Kaminsky, D. 1992. Efectos sedativos y cardiorrespiratorios de la combinación acetilpromacina/detomidina en el caballo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, C.R.
- Keegan, R.D. 2005. Inhalant anesthetics: the basics [en línea]. Gleed, R.D. (ed.). College of Veterinary Medicine, Washington State University, Pullman, Washington, USA. http://www.ivis.org/advances/Anesthesia_Gleed/keegan/chapter.asp?LA=1 (Consulta: 15 set., 2005).
- Kerr, C.; W. McDonell & S. Young. 1996. A comparison of romifidine and xylazine when used with diazepam/ketamine for short duration anesthesia in the horse. *Can. Vet. J.* 37: 601-609.

- Kerr, C.; W. McDonnell & S. Young. 2004. Cardiopulmonary effects of romifidine/ketamine or xylazine/ketamine when used for short duration anesthesia in the horse. *Can. J. Vet. Res.* 68: 274-282.
- Kruse-Elliott, K. 2002. Clinical application of analgesic techniques [en línea]. Ludders, J.W. (ed.). International Veterinary Information Service, Ithaca NY, US. http://www.ivis.org/proceedings/mayday/Kruse/chapter_frm.asp?LA=1. (Consulta: 15 set., 2005).
- Mama, K.R. 2000. Anesthetic management of the horse: intravenous anesthesia [en línea]. Steffey E.P. (ed.). Department of Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, US. http://www.ivis.org/advances/Steffey_Anesthesia/mama_horse/chapter_frm.asp?LA=1 (Consulta: 15 set., 2005).
- Mama, K.R. 2004. Evaluation of xylazine and ketamine for total intravenous anesthesia in horses. *Am J. Vet. Res.* 6: 1002-1007.
- Matthews, N.S.; M.R. Slater; S.M. Hartsfield & C.E. Short. 1993. A comparison of xylazine/ketamine and detomidine/ketamine anaesthesia in horses. *J. Vet. Anaesth.* 20: 68-72.
- Montero, J. 2006. Comunicación personal con el Dr. Javier Montero Umaña. Profesor Instructor Licenciado en la Cátedra de Medicina Interna de Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, UNA. Heredia, C.R. Mar. 10.
- Muir, W. & J. Hubbell. 1991. *Equine anesthesia*. 1st. ed. Mosby, St. Louis, US.
- Muir, W. & J. Hubbell. 2001. Manual de anestesia veterinaria. 3rd. ed. Harcourt, Madrid, España.
- Muir, W.; P. Lerche; J.T. Robertson; J. Hubbell; W. Beard; T. Miller; B. Badgley & V. Bothwell. 2000. Comparison of four drug combinations for total intravenous anesthesia of horses undergoing surgical removal of an abdominal testis. *JAVMA*, Vol. 217, N° 6: 869-873.
- Muir, W.; R.T. Sarda & D.W. Milne. 1977. Evaluation of xylazine and ketamine hydrochloride for anesthesia in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 38: 195-201.
- Papich, M. 2002. *Handbook of veterinary drugs*. 1st. ed. Saunders, US.
- Plumb, D. 2002. *Veterinary drug handbook*. 4th. ed. Iowa State Press, US.
- Riebold, T.W.; D.R. Geiser & D.O. Golble. 1995. *Large animal*

- anesthesia*. 1st. ed. Iowa State University Press, Iowa, US.
- Robert, B. 1997. General anesthesia, pp. 168-196. In B. Roberts. *Pharmacology for veterinary technicians*. 1st. ed. Mosby, St. Louis, US.
- Rose, R.J. 2000. *Manual of equine practice*. 2nd. ed. Saunders, US.
- Sumano, H. 1997. *Farmacología veterinaria*. 2nd. ed. McGraw-Hill, México.
- Wagner, A. 2000. Focused supportive care: blood pressure and blood flow during equine anesthesia [en línea]. Steffey, E.P. (ed.). Department of Clinical Sciences, Veterinary Teaching Hospital, College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, US. http://www.ivis.org/advances/Steffey_Anesthesia/Wagner_supportive_equine/chapter_frm.asp?LA=1 (Consulta: 15 set., 2005).