

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN CLÍNICA DE LOS EFECTOS DE LA
COMBINACIÓN ANESTÉSICA: XILACINA, KETAMINA Y
PENTOBARBITAL SÓDICO, EN PROCESOS QUIRÚRGICOS
DE CORTA DURACIÓN EN EL CABALLO EN CONDICIONES
DE CAMPO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

OMAR ABED TORRES SEGURA

Asesor:

MVZ. MC. EDUARDO TELLEZ Y REYES RETANA

México, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi papá: Prof. Víctor Manuel Torres Herrera.

A mi mamá: Lidia Segura Martínez.

Que durante 27 años de mi vida, mediante esfuerzo y paciencia, supieron mostrarme el camino del bien y de la razón en el cual me encuentro ahora.

Gracias por haberme dado la oportunidad de seguir adelante.

Porque a pesar de todos mis errores siempre dieron de sí, a su manera.

Gracias porque son parte de mí y de todo este esfuerzo que durante 27 años se consume ahora, para seguir y abrir otro capítulo de mi vida.

Gracias, por ser y estar...

A mi hermanita: Alayde Concepción Torres Segura.

A mi hermano: Víctor Israel Torres Segura.

Por ser mis hermanos. Porque en ustedes se funde la razón de ser de mis padres.

Por sus esfuerzos, por seguir adelante como universitarios y personas de bien.

A toda mi familia:

Por sus consejos, por soportar todos mis errores y malos comportamientos.

Porque siempre dieron de sí para que yo fuera un profesionalista y un hombre de bien.

A mi tío Raúl Herrera †.

A: Billy1†, Billy2†, Ikus, Mota, Merlina, Félix† y Capuchina.

A MIS AMIGOS.

Por haber compartido cada momento conmigo. En todos y cada uno de esos momentos en los cuales supimos como levantarnos. Por como hacer de los momentos difíciles solo un recuerdo, en que la amistad siempre salió adelante.

Miguel Ángel Trejo Villela

Ma. Fernanda Mejía

Mauricio Villegas Mota

Charo Mondragón

Francisco Mejía Ceballos

Maribel

Luis Hernández Cervantes

Karina R. Ballesteros

Adrián Gonzáles Jiménez

Mariana Hernández Ornelas

Marco Antonio Arenas

Yazmín Estrada Barrera

Lilian Flores Contreras

Erika Flores

Alma Carrascosa

Mateo

Roxana Góngora Sánchez

Sergio Main

Paulina Bracho

Moisés

Alejandra Puebla

Luis Huerta

Martha Elisa

Martha E. Medel Juárez

Karla Irazema

Ma. Del Pilar De la Rosa

Tanya

Deyanira Talamantes

Shendel González

Jessica Harrison

Gracias

AGRADECIMIENTOS

A MIS PROFESORES Y MAESTROS.

Por sus consejos y palabras que supieron esclarecer la ruta de mi aprendizaje como Médico Veterinario y como persona. Siempre con su capacidad motivadora comprometida con la formación de profesionistas.

HC. Martín Acevedo

MVZ. Mariano Hernández Gil

Arq. Fernando Hidalgo

MVZ. Filemón Cruz

MVZ. Rubén Alfaro

MVZ. Enrique Zamudio

MVZ. Margarita Baltasar

MVZ. Bernardo Arias

MVZ. Alberto Foullioux

QFB. Miguel Beltrán

MVZ. Miguel A. Castillo

MVZ. Alejandro Sigler

MVZ. David Páez

MVZ. Alfredo López Cabañas

MVZ. Eduardo Téllez

MVZ. Ramiro Calderón

MVZ. Jorge Pino Hermosillo †

MVZ. Carlos A. López

MVZ. Horacio Chavira Sevilla

MVZ. Marco Antonio Herradora

MVZ. Enrique Núñez

A los integrantes de mi jurado.

Al C.I.V.S San Cayetano, por su apoyo durante mi estancia en este centro.

A todos y cada uno de los integrantes de la IDPT-ILPH-UNAM por todo el apoyo que recibí durante mi estancia en el servicio social.

A las personas de las comunidades rurales que me otorgaron techo y alimentos durante mi servicio social.

A todos y cada uno de los campesinos, que mediante su trabajo forjan las entrañas de este país. Por permitirme utilizar sus caballos para la realización de este estudio.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México: Mí casa, mí ser, mí todo...

Gracias.

CONTENIDO

	Pagina
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MARCO TEORICO.....	6
HIPOTESIS.....	17
OBJETIVOS.....	18
MATERIAL Y METODOS.....	19
RESULTADOS	27
DISCUSION.....	30
CONCLUSIONES.....	35
LITERATURA CITADA	36
ANEXO (CUADROS Y FIGURAS).....	39

RESUMEN

TORRES SEGURA OMAR ABED. Evaluación clínica de los efectos de la combinación anestésica: Xilacina, Ketamina y Pentobarbital sódico, en procesos quirúrgicos de corta duración en el caballo en condiciones de campo. (Bajo la dirección de **Eduardo Téllez y Reyes Retana**).

El protocolo anestésico de Xilacina y Ketamina, es una de las técnicas más utilizadas en la actualidad en la práctica quirúrgica de equinos en “condiciones de campo”. Sin embargo, esta combinación no siempre da los mejores resultados en términos de relajación y recuperación. La dirección de este trabajo fue designar un experimento y la demostración del mejoramiento de las condiciones en la anestesia general y la recuperación de los animales incluyendo en el protocolo original el Pentobarbital Sódico. 20 caballos machos, clínicamente sanos, entre 9 meses y 8 años de edad con un promedio de 250kg de peso, fueron asignados al azar en dos grupos de 10 caballos cada grupo. Los animales del grupo control fueron anestesiados usando Xilacina (1mg/kg) y ketamina (2.2mg/kg). El grupo experimental fue anestesiado usando Xilacina (1mg/kg), Ketamina (2.2mg/kg) y Pentobarbital sódico (3.0mg/kg). En los 20 caballos se realizó la orquiectomía, utilizando la misma técnica quirúrgica para cada uno. La evaluación de los efectos de la anestesia sobre los caballos se realizó durante el proceso quirúrgico. Los parámetros evaluados fueron: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal, presión arterial media y relajación muscular; estos durante el proceso quirúrgico. La calidad de la recuperación se evaluó una vez terminado el proceso quirúrgico. Para el análisis de los resultados se aplicaron las siguientes pruebas para cada una de las variables a medir: Primero se realizó una prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov-Smirnov), para verificar si las variables a evaluar se distribuían de manera normal. Posteriormente, en el análisis para

comparar las medias de las constantes fisiológicas (FC, FR, PAM y T) entre el grupo control y el grupo experimental se realizó una prueba de comparación de medias para muestras independientes (Prueba “t”). Se estimó el intervalo de confianza para las medias del grupo experimental, con el fin de determinar si las constantes observadas en la evaluación de campo, se mantenían dentro de los valores básales normales. Para todas las pruebas que se realizaron $P < 0.05$ fue considerada significativa. Debido a que las variables de relajación y calidad de la recuperación son ordinales, se utilizó una prueba de Man-Whitney para comparar los rangos medios de cada variable entre el grupo control y el experimental.

INTRODUCCIÓN

La anestesia aplicada en condiciones de campo en los équidos, tiene como limitantes varios factores que son adversos a la práctica quirúrgica y anestésica en este ámbito. Uno de esos factores, es la falta de equipo con el cual se lleva a cabo el monitoreo de los parámetros trans-anestésicos. Debido a la falta de estos implementos es necesario aprender a evaluar clínicamente el efecto de los fármacos en el organismo mediante métodos clínicos y con base en lo que la literatura refiere de cada fármaco o combinación¹.

A lo largo de la historia de la práctica anestésica equina, se han utilizado diferentes combinaciones y técnicas señaladas por diferentes autores, donde se enfatizan los rasgos fisiológicos y farmacológicos de las diferentes técnicas de anestesia fija más utilizadas en esta especie².

Una de las combinaciones más utilizadas para la anestesia en los équidos en cirugías de corta duración, y que sigue siendo una alternativa a las condiciones de campo, y de fácil acceso a los fármacos, es la combinación de Xilacina y Ketamina².

Sin embargo, la literatura menciona que al administrar Ketamina más de una vez para prolongar el tiempo de la anestesia, se corre el riesgo de disminuir la calidad de recuperación, ocasionar rigidez muscular y producir convulsiones. Igualmente, si aun así se le combina con Xilacina no hay muy buena relajación muscular².

En ocasiones, en todo proceso quirúrgico, existen problemas en los cuales se requiere de prolongar la anestesia para poder resolverlos adecuadamente.

Un anestésico ideal produce una anestesia breve de buena calidad, seguida por una recuperación y normalización rápida de las constantes fisiológicas, que permiten dejar al caballo al cuidado de su propietario³. Sin embargo en la práctica diaria no existe ningún

fármaco que se ajuste de manera perfecta a estas condiciones. Se sabe que muchas de las técnicas que se han estudiado se pueden emplear solas como “anestesia de campo” para procedimientos breves como la castración³, empero, hay que señalar que en ciertos lugares es difícil adquirir nuevos y mejores fármacos que se mencionan en la literatura sobre anestesia.

Una de las condiciones o factores adversos que se presentan en la práctica de campo, (poblaciones rurales marginadas, con équidos utilizados para trabajo, en condiciones de pobreza extrema)⁴ es la poca accesibilidad por parte de los Médicos Veterinarios para obtener nuevos fármacos, ya que estos fármacos muchas veces no se encuentran en el mercado nacional.

Debido a esta problemática, el presente trabajo presenta una alternativa utilizando Pentobarbital Sódico, más la combinación de fármacos ya señalada.

Se sabe que, la Xilacina en combinación con la Ketamina, tienen una duración aproximada de 12 a 15 minutos^{5, 6}. Se ha observado que el tiempo es corto, y por ello se adicionó Pentobarbital Sódico, obteniendo así la combinación de Xilacina, Ketamina y Pentobarbital Sódico; este último fármaco, en la década de los setentas, tuvo un gran uso en combinación con otras drogas, y en la actualidad, en la práctica equina, se recomienda su uso solo como agente eutanásico².

La dosis de Pentobarbital sódico en equinos es de 15 a 25 mg/kg⁵. Hoy en día se sabe que el Pentobarbital Sódico, administrado como único agente anestésico, a dosis sub-anestésicas produce excitación^{6, 7}, además de aumentar la captación del dolor y, dosis excesivas o múltiples, pueden dar como resultado una depresión marcada del SNC⁶. Esto se menciona, ya que el Pentobarbital Sódico se utilizó a una dosis de 3.0mg/Kg (dosis

subanestésica⁵). Si se utilizan barbitúricos y tranquilizantes, se debe alargar considerablemente el tiempo de la anestesia⁸.

Aunado a esto, la literatura menciona que las interacciones medicamentosas más frecuentes en que intervienen los sedantes hinópticos (como el Pentobarbital Sódico) son las que se presentan con otros depresores del sistema nervioso central. Estas interacciones tienen alguna utilidad terapéutica con respecto al uso de dichos fármacos como coadyuvantes anestésicos⁹. Por otro lado se dice que la interacción de 2 o más drogas pueden producir un efecto favorable o sinérgico¹⁰.

También, la combinación de varios agentes farmacológicos, pueden contribuir con sus propios efectos, para que se pueda inducir una anestesia balanceada¹, procurando los propósitos esenciales de cualquier proceso anestésico, que son: proveer al animal un estado de inconciencia, inmovilidad, analgesia, protección neurovegetativa, teniendo seguridad y predicción¹. No obstante, hay que destacar que muchas veces al mezclar dos o varios fármacos no siempre se obtienen los resultados esperados.

MARCO TEORICO

HIDROCLORURO DE XILACINA

Generalidades

La Xilacina es clasificada como agonista alfa 2 adrenérgico. Es un cristal incoloro, con sabor agrio, fácilmente soluble en agua y estable en solución.¹¹

Es una droga que farmacológicamente se clasifica como un tranquilizante, hipnótico y sedante⁶.

Se aplica en especial debido a sus propiedades sedantes. Además de también tener acción analgésica.^{6, 8, 11}.

Al ser administrada en el caballo por vía endovenosa, el caballo baja la cabeza y cuello e incluso intenta recargar la cabeza, los párpados y belfos se relajan y la deambulación es vacilante por la ataxia que inducen, dado que estos agentes son relajantes musculares¹. Su estructura es semejante a la de la lidocaína por lo que se cree que tenga algún efecto como analgésico local. Este agente produce ataxia en todas las dosis, pero es más notoria en cantidades elevadas¹¹.

Efectos cardiovasculares

Los efectos de este fármaco son dosis-dependientes y su manifestación es rápida: de 3 a 5 minutos después de aplicarlos por vía intravenosa y de 10 a 15 minutos después de la aplicación IM¹.

Se pueden observar efectos agonistas cardiacos y vasculares después de la administración intravenosa. Al principio, aumenta la presión sanguínea, como resultado de este agonismo doble. Posteriormente se observa una bradicardia

marcada². Inducen un decremento de la tensión arterial con ligera bradicardia dosis dependiente (20-22 latidos/min), seguido de una elevación de la tensión arterial y finalmente una normalización de la frecuencia cardiaca y tensión arterial en 15 a 20 minutos². Existe una pérdida del tono del sistema nervioso simpático, lo cual puede ser acentuado por el uso de potentes anestésicos depresores como los barbitúricos². Induce bloqueo atrio ventricular de primer y segundo tipo, que en teoría pueden causar colapso cardiovascular. Estos efectos se observan con mayor frecuencia cuando se administra por vía intravenosa y rara vez con la administración intramuscular².

Hay disminución de la demanda de oxígeno por el miocardio y del flujo sanguíneo coronario. Puede llegar a aumentar la isquemia digital, por lo que no debe considerarse como opción en el tratamiento de la laminitis².

La sobredosis (más de 2mg/kg) induce disnea, recumbencia y muerte con o sin signos extrapiramidales (movimientos de carrera en decúbito lateral), debido a un colapso cardiovascular².

Se sabe que la administración intraarterial de Xilacina puede producir excitación, colapso, convulsiones, rigidez muscular y a menudo muerte súbita².

Efectos sobre el aparato respiratorio

Se puede observar disminución en la frecuencia respiratoria, el volumen corriente y la concentración parcial de oxígeno arterial^{1,2}.

El volumen corriente aumenta de manera refleja a la disminución de la frecuencia respiratoria en caballos conscientes, mientras que disminuye en caballos anestesiados².

Los cambios cardiorrespiratorios son transitorios (desaparecen de 1-2 horas) y dependen de la dosis².

Efectos en otros órganos.

La motilidad gastrointestinal disminuye^{6, 12, 13}. A medida que la sedación remite, el animal puede presentar sudoración; este efecto depende de la longitud del pelaje del caballo y de la temperatura ambiente³.

Se ha demostrado que la Xilacina da mayores resultados que los opioides para aliviar el dolor visceral intenso en caballos⁶.

La Xilacina inhibe la secreción de insulina e incrementa la salida de orina y la excreción de los electrolitos⁶.

Ventajas del uso de la Xilacina

Produce sedación profunda que alcanza su efecto máximo pocos minutos después de la administración intravenosa^{6,11}.

Provoca una relajación muscular de acción central. Analgesia de corta duración de 15 a 30 minutos⁶.

Su efecto analgésico es comparable en potencial al de los narcóticos. La sedación dura más tiempo que la analgesia⁶.

La administración por vía intramuscular proporciona un nivel de sedación excelente y menor gravedad de algunos efectos adversos. Sin embargo la sedación máxima demora de 30-40 minutos y requiere de dosis más elevadas que por la vía intravenosa⁶.

En la práctica, sus acciones analgésicas son más prominentes en las vísceras que en los tejidos esqueléticos, por lo que facilitan el examen físico de un caballo con cólico⁶.

Las dosis pequeñas logran un período de alivio breve, suficiente para procedimientos como el examen rectal, pero se deben aplicar con extrema cautela en caballos comprometidos⁶.

Dosis recomendada es de 0.5-1.1mg/kg de peso¹¹.

CLORHIDRATO DE KETAMINA

Generalidades

Químicamente es el clorhidrato de 2-(o-clorofenil)-(metilamino) ciclohexanona. Es un polvo blanco cristalino e hidrosoluble, derivado de las ciclohexilaminas¹¹.

Es un anestésico que induce un estado que en humanos es referido como disociativo^{2, 8, 11, 14}.

Este fármaco logra su efecto interrumpiendo la transmisión ascendente desde la parte inconsciente a la parte consciente del cerebro (sistema talámico cortical y reticular), más que promedio de una depresión generalizada de todos los centros cerebrales^{8, 11}.

Ciertas investigaciones relacionan el efecto analgésico del fármaco a su unión con los receptores NMDA(N-metil-Daspartato) a nivel talámico, interfiriendo con estos de manera no competitiva¹¹.

Se ha demostrado que la respuesta presora positiva de este anestésico es producida por el aumento de la actividad primaria de tipo simpático mimética, más que por bloqueo del nervio vago^{8, 11}.

La anestesia con Ketamina se llama disociativa, lo cual significa que desconecta los pasajes nerviosos que conducen las sensaciones del dolor hacia la corteza cerebral⁸.

Los movimientos de carrera del animal anestesiado y recumbencia lateral no significan que esté cursando con cierto dolor, ya que está comprobado que el animal no responde al dolor bajo el efecto de la ketamina⁸.

La anestesia con esta sustancia recuerda un estado cataléptico (aumento del tono muscular)¹⁴, en el que los ojos permanecen abiertos, hay nistagmo ocular prolongado, presencia de hipertonicidad y rigidez muscular^{1, 8, 11}. Conserva los reflejos palpebrales, laríngeos,

faríngeos y viscerales. También se pueden observar salivación excesiva y reflejo acústico aumentado^{1, 2}. La presencia del reflejo laríngeo y faríngeo dificultan el paso de la sonda orotraqueal cuando se va a utilizar anestesia inhalada, por lo que se aconseja un relajante muscular, que favorezca dicho procedimiento^{1, 11}.

Debido a que este agente disociativo produce un efecto indeseable de excitación del sistema nervioso central, su uso en los equinos requiere de la administración concurrente de otras drogas para modificar el comportamiento tales como las alfa-2 agonistas⁸.

Efectos cardiovasculares

Los efectos a nivel cardiovascular se observan en un incremento del gasto cardíaco y presión arterial, pero no altera la resistencia periférica^{11, 14}, además de provocar una vasodilatación central¹¹. El aumento en la presión se traduce en un incremento indeseable del sangrado capilar⁸.

Efectos sobre el aparato respiratorio

A nivel respiratorio, se producen patrones caracterizados por inspiraciones profundas seguidas de pequeñas inspiraciones antes de exhalaciones prolongadas¹⁴. Estos patrones respiratorios se denominan apneas, las cuales son arritmias pero producen pocos cambios en la presión arterial y en la retención del dióxido de carbono,¹⁴. La apnea así producida puede acompañarse de fuerte laringoespasma.

Cuando se observa depresión de la respiración puede llegar a presentarse paro respiratorio⁸.

Ventajas del uso de la Ketamina

Conviene utilizarla en cirugías de corta duración^{1, 6, 8, 9, 14}.

La Ketamina en combinación con otros fármacos se puede utilizar como inductor a la anestesia general, sosteniendo con cualquier anestésico volátil¹¹.

Desventajas del uso de la Ketamina

No utilizarla como agente único para la anestesia en el caballo^{1, 11}.

Se debe de administrar siempre después de haber logrado sedación con algún otro fármaco pues produce excitación¹.

Si la Ketamina es readministrada más de una vez, se corre el riesgo de disminuir la calidad de la recuperación, ocasionar rigidez muscular y hasta convulsiones^{1, 2, 8, 14, 15}.

La Ketamina está contraindicada en los casos de cirugía abdominal, ya que su efecto no protege contra el dolor visceral, y en estos casos se debe premedicar al caballo con tranquilizantes analgésicos¹¹.

La Ketamina se administra por vía intramuscular o intravenosa (preferentemente). Se une a las proteínas plasmáticas en un 50%. Se metaboliza en hígado y se excreta por vía urinaria, y un poco por vía entérica^{8, 11}.

Dosis recomendada es de 2.2mg/kg de peso, por vía endovenosa en el caballo^{6, 8, 14}.

PENTOBARBITAL SODICO

Reseña histórica

El uso de la anestesia por vía intravenosa se popularizó cuando se produjo la introducción de los barbitúricos de acción ultracorta, en 1930^{11, 16}. Esta fecha señala el inicio de la "revolución de los barbitúricos", que usados en pequeñas especies mejoraron notablemente el control de la anestesia¹¹.

Los primeros barbitúricos ejercían una acción que tardaba en sufrir efecto y la recuperación era lenta, razones que dificultan el uso de estas sustancias. El primer anestésico práctico fue el hexobarbital, barbitúrico de efecto hipnótico rápido. Muy pronto fue reemplazado por el tiopental, inducido por Londy en 1935^{11,16}.

Posteriormente se estudió la conversión de los derivados del ácido barbitúrico en sales hidrosolubles^{11, 16}. Esto ha hecho posible la aplicación por vía intravenosa de estos fármacos^{11, 16}. En la actualidad se ha descubierto y sintetizado cientos de derivados del ácido barbitúrico, pero solo unos pocos han aprobado las estrictas pruebas clínicas¹¹.

Generalidades

El pentobarbital sódico también recibe el nombre de nembutal. Tiene aspecto de un polvo blanco, o de gránulos cristalinos. Es soluble en agua o alcohol, y sus soluciones acuosas tienen un pH alcalino que no pueden precipitar^{8, 11,16}.

En general el pentobarbital se considera una droga de carácter hipnótico sedativo, ya que tiene la propiedad de producir sedación, hinopsis y sueño inducido^{8, 11}.

Dependiendo de la dosis es la presión que ejercen sobre la corteza y otras estructuras del sistema nervioso central^{11, 16}. La sedación con el pentobarbital se caracteriza por ir acompañada de una buena relajación muscular e hinopsis, aunque realmente la analgesia es muy pobre⁶.

Deprime de manera reversible la actividad de todos los tejidos excitables. Aunque no todos se ven afectados a una misma dosis o concentración¹¹.

Durante la anestesia con este barbitúrico, se produce una disminución en la asimilación de oxígeno, así como de un incremento en el contenido de glucógeno y fosfato de alta energía en el cerebro¹¹.

La mayor parte del producto es recibido por los órganos que tienen un alto porcentaje de irrigación durante los primeros diez minutos; estos órganos incluyen cerebro, corazón, hígado y riñones^{8, 11}. Posteriormente son los tejidos con irrigación moderada que reciben el medicamento, como el músculo, y conjuntamente se va presentando el fenómeno de redistribución, motivo por el cual las concentraciones en cerebro disminuyen y por lo tanto el nivel de hipnosis ya no se puede mantener; por lo que el animal empieza a manifestar signos de recuperación¹¹.

Por regla general el pentobarbital se administra a afecto^{8, 11, 16}. La duración del efecto de este barbitúrico depende de tres procesos: redistribución, metabolismo y excreción renal, ya que todos ellos contribuyen a reducir la concentración plasmática del barbitúrico, retirándolo de su sitio de acción en el sistema nervioso central^{8, 11}. Este fármaco se biotransforma en el hígado; se excreta por los productos metabólicos en la orina y muy poco por las heces^{8, 11}. La excreción renal depende del estado funcional del riñón¹¹.

La duración de la anestesia quirúrgica con el fármaco varía ampliamente entre los diferentes receptores, pero se considera que el efecto promedio tiene duración de 1 a 2 horas⁶. La recuperación por la anestesia con pentobarbital sódico, produce los mismos signos presentes en el momento de ser anestesiados, pero en orden inverso^{8, 11}. Es común apreciar calosfríos, movimientos de carrera involuntarios y movimientos respiratorios aumentados^{8, 11}. Se debe de administrar aproximadamente la mitad de la dosis calculada a una velocidad moderada, para rebasar la fase de excitación lo más pronto posible^{8, 11}.

Efectos sobre el Sistema Nervioso Central

Este barbitúrico deprime la corteza cerebral y el tálamo, las áreas motoras y sensoriales del cerebro, induciendo la anestesia. Ejerce marcada sedación sobre el sistema reticular

activado del sistema nerviocentral, incapacitando a los animales para levantarse o mantener un estado de alerta¹¹.

La administración de la droga a dosis subanestésicas puede dar como resultado excitación más que depresión del sistema nervioso central; dosis excesivas o múltiples puede dar como resultado una depresión marcada del SNC y por lo tanto se prolonga el periodo de recuperación o se produce una depresión tan acentuada al punto de requerir resucitación cardiopulmonar^{6,8}.

Efectos a nivel del aparato respiratorio

Las dosis altas deprimen en forma marcada el centro respiratorio^{8, 11}. Normalmente la respiración se efectúa y modula por medio de tres influencias o estímulos fisiológicos, los cuales se ven afectados de manera diversa por el pentobarbital: a) estímulo o influencia que probablemente se origine en el sistema reticular activado; b) estímulo químico que depende de la presión de dióxido de carbono y del pH de la sangre arterial y líquido cefalorraquídeo y c) estímulo hipóxico, cuyos efectos son mediados por los quimiorreceptores de los cuerpos aórtico y carotideo¹¹.

Conforme aumenta la dosis del barbitúrico, la influencia química e hipóxica de la respiración disminuye de acuerdo con la dosis¹¹.

Efectos cardiovasculares

Los efectos a este nivel incluyen un decremento en el trabajo cardiaco (bradicardia) y presión sanguínea, Esto es seguido por un incremento en el trabajo cardiaco (taquicardia). La caída de la presión sanguínea, se debe a la vasodilatación periférica por depresión del centro vasomotor⁶.

La aplicación accidental intraarterial del fármaco ha ocasionado la pérdida del brazo (perros), debido a trombosis o gangrena¹¹.

Efectos en vías gastrointestinales

Este barbitúrico deprime la actividad de la musculatura intestinal. No obstante, actualmente no se han detectado efectos graves, después de muchos años de uso clínico^{8,11}.

Efectos sobre riñón y útero

La anestesia profunda disminuye la función de los riñones, pues este fármaco inhibe la secreción de orina, debido a que estimula la producción de la hormona antidiurética (ADH)⁸.

En el útero el pentobarbital sódico se difunde con facilidad a través de la placenta y se incorpora a la circulación fetal inhibiendo los movimientos respiratorios del feto sin que la madre sufra hipoxia. Este efecto se debe a la carencia del sistema microsómico enzimático necesario para metabolizarlo¹¹.

Ventajas del uso del Pentobarbital

La inyección intravenosa de Pentobarbital Sódico es un método satisfactorio para la obtención de la anestesia^{8,11}. La dosis de Pentobarbital Sódico en caballos se utiliza a razón de 15 a 25mg/kg de peso⁵.

Se puede usar la administración intravenosa de pentobarbital sódico en dosis subanestésicas (3.0mg/kg) para originar hinopsis o sedación con el fin de evitar estados de excitación, miedo y resistencia a la sujeción^{5,11}. Este fármaco induce una excelente relajación muscular^{8,11}. Se recomienda su uso en caballos como anticonvulsivo².

Desventajas del uso del Pentobarbital

Son fuertes depresores del SNC^{8, 11}. Inducen depresión dependiente de la dosis, pueden llegar a inducir coma y muerte y tiene un índice terapéutico bajo². En la actualidad se recomienda su uso solo como agentes eutanásicos en el caballo ².

HIPOTESIS

Al utilizar el método anestésico tradicional de Xilacina-Ketamina y combinarlo con Pentobarbital Sódico a dosis de 3.0mg/kg, provoca una mejoría en base a la relajación muscular y mejora la calidad de recuperación. Además, se infiere que si las constantes fisiológicas como son: FC, FR, PAM y T° se mantienen dentro de los parámetros fisiológicos normales, la técnica propuesta puede ser una alternativa útil en la práctica quirúrgica de corta duración en el caballo.

OBJETIVOS

El objetivo general de la presente investigación es evaluar mediante métodos clínicos el estado fisiológico de los caballos bajo la influencia de esta combinación (Xilacina-Ketamina-Pentobarbital sódico) en cirugías de corta duración en condiciones de campo.

Objetivos particulares:

1. Mejorar la relajación muscular mediante la acción de Pentobarbital Sódico.
2. Mejorar la calidad de la recuperación mediante la interacción farmacológica de los tres fármacos.
3. Verificar si en realidad las constantes fisiológicas evaluadas, se mantienen dentro de los valores basales normales. Para con ello, poder asumir si la combinación presenta cierto margen de seguridad.

MATERIAL Y METODOS

Material

En el presente trabajo se utilizaron caballos de distintas comunidades rurales donde se requirió de la castración de los mismos.

Material Biológico:

La selección fue en forma aleatoria, se utilizaron 20 caballos machos clínicamente sanos, de distintas comunidades rurales, de entre 9 meses y 8 años de edad; de raza indistinta y un peso promedio de 250kg.

Materiales para el proceso anestésico:

- Cinta para el cálculo del peso de los animales (peso estimado) (*cinta vetoquinol*)
- Torundas con alcohol.
- Jeringas de 3, 5,10 y 20ml.
- Catéter del No 14
- Extensión para catéter y tapón.
- Catéter del No 18
- Extensión de venoclisis con llave de 3 vías
- Manómetro (*Home care*)
- Solución heparinizada (1000UI de heparina por cada litro de solución salina fisiológica)
- Estetoscopio
- Hidrocloruro de Xilacina al 10% (1mg/kg)

- Clorhidrato de Ketamina (2.2mg/kg)
- Pentobarbital Sódico (3.0mg/kg)

METODOS

Las cirugías se llevaron a cabo en espacios previamente seleccionados para dicha práctica, estableciendo normas de higiene y limpieza, así como de las condiciones ambientales necesarias que permitieron llevar a cabo dicha técnica, vigilando el bienestar de los animales. Estos lugares se encontraban apartados de otros animales, corrales, macheros, caballerizas o lugares que puedan ser fuente de contaminación.

Los 20 caballos fueron divididos en 2 grupos de 10 animales cada uno. El grupo control fue anestesiado solamente con Xilacina y Ketamina (1mg/kg; 2.2mg/kg respectivamente), y el grupo experimental fue anestesiado con Xilacina, Ketamina y Pentobarbital Sódico (3.0mg/kg), donde se aplicó el mismo procedimiento quirúrgico para ambos grupos.

Preparación

Antes de realizar el método anestésico y quirúrgico; y con el fin de determinar el estado de salud de los caballos, se efectuaron los siguientes procesos:

- Historia clínica, especialmente en relación a la salud previa, exposición a drogas y alimentación reciente.
- Inspección de la piel, pelo, estado físico y temperamento.
- Examen de los ojos, conjuntivas, boca, nariz, y otros orificios corporales.
- Palpación de los ganglios linfáticos superficiales.
- Auscultación de corazón y pulmones

- Determinación de la temperatura corporal.

Cálculo del peso

Para el cálculo del peso del animal, se utilizó una cinta para medir el tórax, donde se proporcionó el peso estimado del caballo (Cinta Vetoquinol) los cuales promediaron 250kg de peso.

Cálculo de dosis

Una vez que se obtuvo el peso estimado del animal, se procedió a calcular la dosis para cada caballo de acuerdo a su peso: Xilacina, 1mg/Kg; Ketamina, 2.2mg/Kg; para el grupo control.

Para el grupo experimental: Xilacina, 1mg/Kg; Ketamina, 2.2mg/Kg y Pentobarbital Sódico, 3.0mg/Kg.

Medición de las constantes fisiológicas a evaluar:

Los métodos que se utilizaron para medir cada una de las constantes fisiológicas, antes y después de la administración de los fármacos, se mencionan a continuación.

Frecuencia cardiaca: por medio del estetoscopio.

Frecuencia respiratoria: por medio del estetoscopio

Presión arterial: palpación del pulso periférico (únicamente antes de la inducción);

Presión arterial media: inmediatamente después de haber derribado el caballo en el grupo control y, para el grupo experimental, después de la administración del Pentobarbital

sódico; se midió mediante un catéter arterial, conectado a una extensión de venoclisis con llave de tres vías y a su vez, conectado a un manómetro (mm Hg).

Temperatura corporal: mediante un termómetro de mercurio colocado en el recto (grados centígrados).

Se evaluó la *calidad de la recuperación* usando valores del 1 al 5 mediante el método realizado por García. 2001.¹⁸

Además se calificó la *relajación muscular* mediante el método utilizado por Selmi. 2003.¹⁹

Las tablas utilizadas (1-2) para la calificación de ambas pruebas, se observan en el anexo.

Una vez que se obtuvieron los datos necesarios para practicar el protocolo quirúrgico y anestésico, se procedió a lo siguiente:

Técnica. Grupo control:

- a) Se midieron las constantes fisiológicas
- b) Se embrocó la vena yugular izquierda
- c) Se colocó el catéter en la vena yugular, del No 14
- d) Se administró Hidrocloruro de Xilacina al 10%. (1mg/km). Dosis de acuerdo al peso de cada caballo.
- e) Inmediatamente después de presentarse los efectos clínicos de la Xilacina (3 a 5 minutos aproximadamente), se aplicó por vía endovenosa el Clorhidrato de Ketamina (2.2mg/kg) rápidamente (en forma de bolo).
- f) Estando en decúbito el animal, se introdujo un catéter del No 18 en la arteria submaxilar, a su vez este fue conectado a una extensión de venoclisis y a una llave de tres vías, así mismo, se conectaron a un manómetro con la finalidad de

monitorear o medir la presión arterial media. Para evitar la coagulación de la sangre se administró por medio de la llave de tres vías una solución heparinizada (10ml, cada que se requirió).

- g) Monitoreo del resto de las constantes fisiológicas señaladas (FC, FR, PAM y T) cada 5 minutos.
- h) Evaluación de la relajación muscular.

Post-quirúrgico. Una vez que se terminó el procedimiento quirúrgico en los caballos:

- Se retiró el manómetro junto con su equipo.
- Se evaluó la calidad de la recuperación.
- Se trasladaron a los animales un área destinada donde se administraron:
Analgésicos: Flunixin de meglumine a dosis de 1.1mg/kg, IV; una sola administración.
- Antibióticos: Penicilina G sódica 10000 a 20000 UI/kg, IM cada 12 horas por tres días.
- Se realizó la observación de los animales.

En todos los caballos del grupo control se aplicó la técnica cerrada para las castraciones.

Técnica. Grupo experimental

- a) Se Midieron las constantes fisiológicas
- b) Se embrocó la vena yugular izquierda
- c) Se colocó el catéter en la vena yugular del No 14.

- d) Se administró Hidrocloruro de Xilacina al 10% (1mg/kg)
- e) Inmediatamente después de presentarse los efectos clínicos de la Xilacina (3 minutos aproximadamente), se aplicó por vía endovenosa el Clorhidrato de Ketamina (2.2mg/kg) rápidamente (en forma de bolo).
- f) Ya derribado el caballo y colocado en la posición deseada para el cirujano, se administró el Pentobarbital Sódico (3.0mg/kg) de la misma forma, rápidamente (en bolo).
- g) Estando en decúbito lateral el animal, se introdujo un catéter del No 18 en la arteria submaxilar, que a su vez fue conectado a una extensión de venoclisis y una llave de tres vías, así mismo, fueron conectadas a un manómetro con la finalidad de monitorear o medir la presión arterial media.
- h) Para evitar la coagulación de la sangre se administró por medio de la llave de tres vías una solución heparinizada, 10ml cada que se requirió.
- i) Se midieron el resto de las constantes fisiológicas señaladas cada 5 minutos.

Post-quirúrgico. Una vez que se terminó el procedimiento quirúrgico en los caballos:

- Se retiró el manómetro junto con su equipo.
- Se evaluó la calidad de la recuperación.
- Se trasladaron los animales al área destinada después de haber evaluado y calificado la recuperación. Ahí mismo se administraron: Analgésicos: Flunixin de meglumine a dosis de 1.1mg/kg, IV una sola administración.
- Antibióticos: Penicilina G sódica 10000 a 20000 UI/kg, IM cada 12 horas por tres días.
- Observación de los animales.

En todos los caballos del grupo experimental se aplicó la técnica cerrada para las castraciones.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis cuantitativo

Para el análisis de los resultados se aplicaron las siguientes pruebas para cada una de las variables a medir:

Primero se realizó una prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov-Smirnov), para verificar si las variables a evaluar se distribuían de manera normal. Posteriormente, en el análisis para comparar las medias de las constantes fisiológicas (FC, FR, PAM y T) entre el grupo control y el grupo experimental se realizó una prueba de comparación de medias para muestras independientes. (Prueba “t”)

Se estimó el intervalo de confianza para las medias del grupo experimental, con el fin de determinar si las constantes observadas en la evaluación de campo, se mantenían dentro de los valores basales normales. Para todas las pruebas que se realizaron $P < 0.05$ fue considerada significativa.

Análisis cualitativo

Debido a que las variables de relajación y calidad de la recuperación son ordinales, se utilizó una prueba de Mann-Whitney para comparar los rangos medios de cada variable entre el grupo control y el experimental.

RESULTADOS

Los caballos anestesiados con Xilacina-Ketamina-Pentobarbital sódico en general tuvieron una inducción suave, su derribo fue tranquilo posterior a la administración de la Ketamina, después con la administración del Pentobarbital sódico, entraron en un plano más profundo, perdiendo los pequeños espasmos característicos, producidos por la Ketamina. Después de los 5 minutos de iniciada la anestesia, se perdieron los movimientos oscilatorios de los ojos (nistagmo ocular), el reflejo palpebral y el lagrimeo. Existió una respuesta negativa al dolor al realizar la primera incisión en el escroto, a los 10 minutos. El reflejo anal permaneció presente.

Análisis cuantitativo

Después de capturar los resultados en las tablas correspondientes para cada caso o caballo, se procedió a correr los resultados cuantitativos con sus pruebas estadísticas correspondientes.

La prueba de bondad de ajuste aplicada a los valores de las constantes fisiológicas, indican que todas las variables se distribuyen normalmente, con excepción de la presión arterial media, para las cuales sólo la PAMi a los 5min y PaMi a los 10 min fueron normales. Para esta última, en 3 casos (PAMx a los 15min, PAMx a los 20min y PAMx a los 25min) la prueba no se pudo realizar porque la variable se comporta como constante, y en las restantes la prueba indica que no se distribuyen normalmente.

Los resultados de las pruebas “t” entre grupos (experimental y control) muestran diferencia significativa ($P < 0.05$) en todas las variables (FC, FR, PAM) excepto la Temperatura a los

5min, Temperatura a los 10 min, y la Temperatura a los 15 min. El cuadro 2 del anexo detalla estos resultados.

Para verificar que los valores de las constantes fisiológicas de los animales del grupo experimental (Xilacina-Ketamina-Pentobarbital sódico) se mantienen dentro de los límites normales, se calcularon los intervalos de confianza al 95% para la media de cada una de las constantes. Los intervalos se calcularon sólo para las variables que se distribuyen normalmente. En el cuadro 3 del anexo se pueden observar los resultados obtenidos para esta prueba. En base a la presión arterial media, esta se mantuvo dentro del límite inferior del rango fisiológico establecido para un caballo anestesiado (cuadro 1, figuras 7 y 8). Aunque en el cuadro 3 no aparezcan los datos obtenidos para la PAM valor máximo (PAMx) de los 15 a los 25 minutos, estos se pueden verificar de en el cuadro 2 y en la figuras 7 y 8; aquí se observa como la presión arterial media final se mantiene en 80mmHg.

Para el grupo control (Xilacina-Ketamina) todos los parámetros fisiológicos arrojados en las pruebas estadísticas (FC, FR, PAM, y T) permanecieron dentro de los rangos normales establecidos para un equino. Dado que esta técnica ya ha sido bastante estudiada, se considera que no es necesario profundizar en los resultados obtenidos con respecto al análisis cuantitativo.

Análisis cualitativo

Para la comparación de los parámetros de relajación y calidad de la recuperación para ambos grupos (experimental y control) se emplearon pruebas no paramétricas dada la característica ordinal de las escalas con que se miden estas variables. Los resultados muestran diferencia significativa en ambas variables ($P= 0.000$), que indica que en el grupo experimental (Xilacina-Ketamina-Pentobarbital) la relajación muscular y la calidad de la recuperación fueron mejores que el grupo control (Xilacina-Ketamina). (Cuadro 4)

DISCUSION

La técnica utilizada demostró ser un método útil y práctico de anestesia, que puede ser aplicado en intervenciones quirúrgicas de corta duración en el caballo en condiciones de campo. La dosis administrada de Pentobarbital sódico administrada en combinación con la Xilacina y la Ketamina, no provocó ninguna reacción adversa en los caballos referida en la literatura.

Se menciona que el Pentobarbital sódico en caballos, solo se recomienda su uso, como agente eutnasico^{2, 5, 6,11} debido a los efectos fisiológicos que provoca en el organismo, ya que es un gran depresor del SNC^{2, 8, 11,14}. Sin embargo los resultados arrojados en el presente trabajo dieron a conocer rasgos distintos con respecto a este fármaco en combinación con la Xilacina y la Ketamina.

Se puede observar que tanto la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria se mantuvieron dentro de los parámetros fisiológicos normales observados en el caballo (cuadro 1). La frecuencia cardiaca, durante los primeros 5 minutos de haber iniciado la anestesia, se elevó “considerablemente”, por arriba de los parámetros fisiológicos normales del caballo (cuadro 2); esto debido a que el pentobarbital sódico aumenta la misma durante los primeros 5 a 10 minutos de haberse inyectado²⁰. Posteriormente, la frecuencia cardiaca desciende hasta permanecer dentro de los parámetros fisiológicos normales (figura 1). Además, si bien el Pentobarbital sódico en combinación con Xilacina causa una depresión de la frecuencia cardiaca²¹, también esta misma se puede elevar debido a una respuesta del organismo para compensar una breve caída en la presión arterial²².

Con respecto a la frecuencia respiratoria, si la cantidad de barbitúrico es elevada en el SNC, tenderá a provocar la depresión de la respiración^{2, 5, 6, 8, 9, 11, 14, 20,21}. Esto no se observa en los casos del presente estudio (Figura 2) ya que la dosis utilizada para cada caballo fue de 3.0mg/kg. Por lo tanto, se cree que al utilizar una dosis muy baja del fármaco, de cierta manera se evita una disminución en la frecuencia respiratoria.

En general se puede afirmar, que la frecuencia cardiaca y a la frecuencia respiratoria en ningún momento del periodo anestésico y quirúrgico, los caballos presentaron depresión como lo menciona en la literatura, ya que las constantes fisiológicas se mantuvieron dentro de los parámetros fisiológicos normales del caballo a excepción de los primeros 5 minutos de haber iniciado la anestesia ya que se presentaron elevados (cuadro 2).

Con base a la temperatura corporal, se menciona que el Pentobarbital sódico puede inducir hipotermia, causada por una depresión del centro vasomotor que da como resultado una vasodilatación periférica, lo que provoca que se presente una pérdida excesiva de calor⁸. En el presente estudio, (cuadro 2, figura 5) la temperatura corporal monitoreada cada 5 minutos durante el proceso anestésico y quirúrgico no presentó alteración alguna, es decir, que haya disminuido por debajo de los parámetros fisiológicos establecidos para el caballo, para considerar que presentaron hipotermia.

En un estudio realizado en ponis²¹, utilizaron como técnica anestésica Xilacina y Pentobarbital sódico, donde encontraron que las constantes fisiológicas como frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y presión arterial media, permanecieron dentro de rangos aceptables. Sin embargo en ese estudio no utilizaron Ketamina y no se evaluó la temperatura corporal.

En la presente investigación, la presión arterial media (PAMi-PAMx) se mantiene en el límite inferior o mínimo (70mmHg), dentro del rango para un caballo anestesiado (cuadro

1). Por lo que se afirma que los caballos se presentaron ligeramente hipotensos, debido a la acción del Pentobarbital sódico.

Esta ligera hipotensión que se observó en los caballos de este estudio con base a la presión arterial media, no es tan marcada ya que la interacción de los tres fármacos, contrarresta dicha hipotensión característica del Pentobarbital sódico manteniéndola en límite inferior, aunado a que solo se utilizó el 12% del total de la dosis del fármaco. Sin embargo tal hipotensión no parece ser significativa para considerar, que el Pentobarbital sódico se encuentra deprimiendo en su totalidad la presión arterial media. Esto debido a que se encuentra en el límite inferior para la misma de un equino anestesiado (Ver cuadro 1). Sin embargo, y cabe destacarlo, si se le compara con el grupo control (Figuras 9 y 10) se observa una gran hipotensión (figuras 7 y 8) considerable de 30mmHg, lo cual es bastante significativa.

En el presente estudio, los caballos anestesiados con la combinación propuesta (Xilacina-Ketamina-Pentobarbital sódico) presentaron una excelente relajación muscular en comparación con el grupo control (Xilacina-Ketamina). Este efecto se le acredita a la acción del Pentobarbital sódico, ya que este fármaco es un excelente relajante muscular^{5, 8, 11,14}. En el cuadro 4 del anexo se observan los datos arrojados en cada prueba. Los cuales hacen evidente el grado de relajación en el grupo experimental.

Para la calidad de la recuperación, la técnica propuesta con Xilacina-Ketamina-Pentobarbital sódico, los caballos presentaron una mejor calidad de recuperación, dado que en ninguno de los casos presentaron excitación o incoordinación, además de que no se les ayudo a colocarse de pie.

Como se ha mencionado anteriormente, los barbitúricos producen una marcada depresión del SNC, lo que provoca que exista una prolongada recuperación posterior a la anestesia, la

cual está marcada por incoordinación, varios intentos para colocarse de pie, estrés y excitación⁵; se puede decir que esta combinación mejoró la calidad de la recuperación comparada con el grupo control, ya que los efectos adversos ya mencionados con base a la utilización de barbitúricos, no se presentaron en ninguno de los casos al momento de la recuperación de los caballos. Se infiere que la mejoría en la calidad de la recuperación tal vez fue provocada debido a la interacción medicamentosa^{9, 10} que hay entre los fármacos utilizados y la dosis utilizada en el Pentobarbital sódico (3.0mg/kg), ya que las dosis elevadas de Pentobarbital sódico provocan una mala calidad de la misma^{5, 6, 8, 9, 11,14,21}.

Con respecto al tiempo, aunque no se realizó alguna prueba estadística, en todos los casos el tiempo anestésico fue mayor en la técnica propuesta (30min), en comparación con el grupo control. Cabe señalar que en todos los casos del grupo experimental después de haber terminado el proceso quirúrgico los caballos permanecieron en promedio de 6 minutos en decúbito lateral antes de levantarse; lo contrario al grupo control, en los cuales en algunos casos por necesidad del cirujano hubo que redosificar para prolongar el tiempo de la anestesia lo que posteriormente provocó en algunos casos una abrupta recuperación.

En general, todos los caballos del grupo experimental reaccionaron de manera adecuada al efecto del Pentobarbital con respecto a la dosis y a la combinación propuesta.

La literatura refiere que: en ocasiones se observa que los barbitúricos en dosis muy pequeñas provocan aumento del dolor y excitación general⁸. Sin embargo en el presente trabajo, ninguno de los casos tratados presentó tales signos, ya que cuando se realizaron las intervenciones quirúrgicas, al momento de la incisión y la aplicación del hemascudador, los caballos no respondieron al estímulo doloroso. Además, como reacción al estímulo doloroso, se tendría que haber presentado un aumento en la frecuencia cardíaca, como respuesta a las sensación de dolor.

Los signos como son reflejo palpebral, nistagmo ocular, y lagrimeo permanecieron ausentes. Presentándose únicamente durante los primeros 3 minutos de iniciada la anestesia. El reflejo anal permaneció presente durante todo el tiempo de la cirugía.

Otro factor que se observó en cada uno de los casos tratados con Xilacina-Ketamina-Pentobarbital, fue que el tiempo de la anestesia permitió realizar un lavado y embrocado quirúrgico con paciencia y sin prisa alguna.

CONCLUSIONES

La combinación de Xilacina (1mg/kg), Ketamina (2.2mg/kg) y Pentobarbital sódico (3.0mg/kg), bajo condiciones de campo, es una técnica práctica y útil para producir anestesia de corta duración en el caballo (30min), siempre y cuando se este monitoreando el estado fisiológico del mismo, es decir, evaluando la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la temperatura corporal y una minuciosa observación de la presión arterial media, con el fin de asegurar un estado esencial de anestesia, basado en la ausencia del nistagmo ocular, el reflejo palpebral además de la ausencia del dolor y la persistencia del reflejo anal. Sin embargo, aunque la PAM haya permanecido dentro de los valores observados para un caballo anestesiado, hay que considerar que la presión arterial media para los caballos utilizados en el presente estudio se presentaron ligeramente hipotensos, al permanecer en el límite inferior para la PAM. Por lo que se tiene que considerar como precaución al utilizar esta técnica.

Tomando en cuenta, que en general, las constantes evaluadas en el grupo experimental permanecieron dentro de rangos aceptables, además de la relajación muscular y la calidad de la recuperación, se concluye que la combinación de Xilacina-Ketamina-Pentobarbital sódico es útil y práctica para utilizarse en la anestésica en procedimientos quirúrgicos de corta duración en el caballo en condiciones de campo.

LITERATURA CITADA

1. García A, Sumano H, Núñez E. Bases farmacológicas de la anestesia general endovenosa de corta duración en el equino. *Veterinaria México* 2002; 33 (3): 309, 310 y 331.
2. Sumano H, Lizárraga I, Ocampo L, Obregón K. Reacciones adversas de los fármacos en los equinos. *Veterinaria México* 2000; 31 (4): 333.
3. Taylor P.M. Clarke K.W. Manual de anestesia en equinos. 2001. 52-59. Ed Intermédica
4. International Donkey Protection Trust (IDPT), International League for the Protection of Horses (ILPH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Programme. Programa de extensionismo. IDPT, ILPH, UNAM 2000; 2-3.
5. Muir WW, Hubbel AEJ. Equine anesthesia. Monitoring and therapy. 1991; 157,281-309. Ed. Mosby Year Book.
6. Carranza T.G. Anestesia fija en equinos. (Trabajo final escrito de la práctica profesional supervisada). México (D.F): UNAM. 1995.
7. Dyke MT. Sedatives, tranquilizers, and stimulants. The veterinary clinics of North America. *Equine practice*, 1993; 9 (3): 626.
8. Fuentes H. V. Farmacología y terapéutica Veterinarias 1992. 319-428 Ed. Interamericana.
9. Katzung G. Farmacología básica y clínica 2002.415-434. Ed. Manual Moderno.
10. Paul WJ. Interacciones e incompatibilidad farmacológicas. *Clínicas veterinarias de Norte América. Practica equina*, 1995; 3 (1): 183.

11. Sumano H. Ocampo L. *Farmacología Veterinaria*.1997.385-444. Mcgraw-hill Interamericana.
12. Sasaki N. Yoshihara T. Difference in the motile reactivity of jejunum, cecum and right ventral colon to xilazine and medetomidine in conscious horses. *Journal equine science*, 2000; vol 11, No 3. 63 – 67.
13. Aubin M.L. Mama K. Field anesthetic techniques for use in horses. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*, 2002, Vol 25, No 5. 411 – 417.
14. Sumano H. Lizarraga I. Cárdenas P. *Farmacología aplicada en equinos*. 1998. 333,335. Departamento de Fisiología y farmacología FMVZ. UNAM.
15. Dunlop C. Anesthetic options abound for treating intractable horses. *Equine practice builder*. New magazine of veterinary medicine, 1998, Vol 14, No 4. 13-14.
16. Maldonado M. C. Disminución del periodo de inducción en la anestesia de equinos con las mezclas gliceril-guayacol- eter –tiopental sódico e hidrato de cloral-sulfato de magnesio- pentobarbital sódico, combinándolas con inyección única de tiopental sódico. (Tesis de licenciatura) México (D.F): UNAM, 1982.
17. Daniel W.W. *Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud*. 2004. 180-183, 241-249. Ed. Limusa Wiley.
18. García A. Estudio de una nueva combinación para producir anestesia endovenosa de corto tiempo en equinos: Xilacina-butorfanol-propofol. (Tesis de Maestría) México (D.F): UNAM, 2001.

- 19.** Selmi A.L, Mendes G.M, et al. Evaluation of sedative and cardiorespiratory effects of dexmedetomidine-butorphanol, and dexmedetomidine-ketamine in cats. JAVMA, 2003; Vol 222, No. 1. 37-41.
- 20.** Valverde A. Alfaro A. Evaluación de la combinación del hidrato de cloral, sulfato de magnesio y pentobarbital sódico en la anestesia de equinos. Ciencias veterinarias de Costa Rica, 1986; Vol. 8, No 3. 55-63.
- 21.** McGruder J. P. Hsu W. H. Antagonism of xilazine-pentobarbital anesthesia by yohimbine in ponies. American Journal of veterinary research, 1985; Vol. 46, No. 6. 1276-1281.
- 22.** Bertone J.J. Horspool L. Equine clinic pharmacology. 2004. 286. Ed. Saunders.
- 23.** Rose F.R. Hoolgson D. Manual of equine practice.2000. 720. Ed. Saunders.
- 24.** García P. Prieto F. Exploración clínica veterinaria. 1999. 113-114. Ed. Ediciones Universidad de León España.
- 25.** Speirs V. Clinical examination of horses. 1997. 217,219. Ed Saunders.

ANEXO
(Cuadros y figuras)

Cuadro 1

Valores fisiológicos de referencia observados en equinos por distintos autores, de pie y anestesiados.

Condición del caballo	Frecuencia cardíaca Lat. /min.	Frecuencia respiratoria Res/min	Presión arterial media mmHg	Temperatura °C	Autor
De pie	30-45	8-20	80-120	37.8	Muir ⁵ 1991
Anestesiado	30-45	6-20	70-100	37.8	Muir ⁵ 1991
De pie	30-45	8-20	80-120	37.5-38	Rose ²³ 2000
Anestesiado	30-35	5-20	70-100	-	Rose ²³ 2000
De pie	20-50	10-15	75-120	37.2-37.5	García ²⁴ 1999
De pie	30-40	18-20	80-120	37.5-38	Speirs ²⁵ 1997

Tabla 1**Criterios para la calificación de la relajación muscular**

Calificación Criterios		
0	Normal	Tono muscular en mandíbula y miembros
1	Ligera	Se observa resistencia al abrir y cerrar la boca y a la flexión de los miembros.
2	Moderada	Se observa poca resistencia al abrir y cerrar la boca y a la flexión de los miembros.
3	Profunda	No se observa resistencia al abrir y cerrar la boca y a la flexión de los miembros.

Tabla 2**Criterios para la calificación de la calidad de la recuperación.**

Criterios	Calificación
Esfuerzo único coordinado para levantarse con ligera o ninguna ataxia	5
Único intento para levantarse con ligera ataxia	4
Recuperación tranquila con más de un intento por levantarse.	3
Varios intentos incoordinados, causando lesiones ligeras	2
Muchos intentos incoordinados por levantarse causando lesiones mayores que involucran la vida del caballo	1

Cuadro 2
Resultados de la prueba "T"

Variable	Grupo	Tiempo en minutos				
		5	10	15	20	25
FC Lat. /min.	Exp	49 ± 2.21	36 ± 3.08	33 ± 4.52	33 ± 3.97	34 ± 3.97
	Con	26 ± 3.27	26 ± 3.12	27 ± 3.09	27 ± 3.74	
FR Res/min.	Exp	18 ± 3.02	14 ± 1.64	14 ± 1.95	14 ± 2.44	14 ± 1.87
	Con	12 ± 2.53	10 ± 2.57	11 ± 1.71	12 ± 2.06	
PAMi mmHg	Exp	73.8 ± 3.64	73 ± 2.58	71 ± 2.10	70 ± 1.58	71 ± 2.10
	Con	107.9 ± .316	107.9 ± .316	108 ± .471	108 ± .000	
PAMx mmHg	Exp	82 ± 3.37	81 ± 2.10	*80 ± .000	*80 ± .000	*80 ± .000
	Con	114 ± 1.76	114 ± 1.85	114 ± 1.91	115 ± .699	
T°C	Exp	**37.5 ± .481	**37.6 ± .563	**37.5 ± .641	37.6 ± .447	37.5 ± .515
	Con	**37.7 ± .395	**37.9 ± .339	**37.9 ± .398	38 ± .164	

PAMi: Presión arterial media valor mínimo. Valor inferior marcado por la aguja del manómetro.

PAMx: Presión arterial media valor máximo. Valor superior marcado por la aguja del manómetro.

* **No se realizaron pruebas t porque no se distribuyen normalmente.**

** **No hay diferencia significativa**

Los restantes muestran diferencia significativa (P>0.05)

Cuadro 3
Intervalos de confianza para las medias de las constantes fisiológicas

Intervalo de confianza al 95%					
Variable	Tiempo minutos	Media grupo Exp	Limite inf	Limite sup	Valores bási-ales normales
FC	5	49	48	51	28-45
	10	36	34	38	
	15	34	30	36	
	20	34	31	36	
	25	34	31	37	
FR	5	18	16	20	6-20
	10	15	14	16	
	15	15	13	16	
	20	14	13	16	
	25	15	14	16	
PAMi	5	74	71	77	70
	10	73	71	75	
	15	71	70	73	
	20	71	70	72	
	25	71	70	72	
PAMx	5	82	79	83	100
	10	81	80	83	
	15	ق	ق	ق	
	20	ق	ق	ق	
	25	ق	ق	ق	
T°C	5	37.5	37.1	37.8	37.8
	10	37.6	37.2	38.0	
	15	37.5	37	37.9	
	20	37.6	37.1	37.8	
	25	37.5	37.2	37.9	

PAMi: Presión arterial media valor mínimo.

PAMx: Presión arterial media valor máximo

ق Estos datos no aparecen ya que en la prueba de bondad de ajuste se toman como una constante. Se pueden observar en el cuadro 2.

Cuadro 4**Prueba de Mann-Whitney****Relajación muscular y calidad de la recuperación****Rangos**

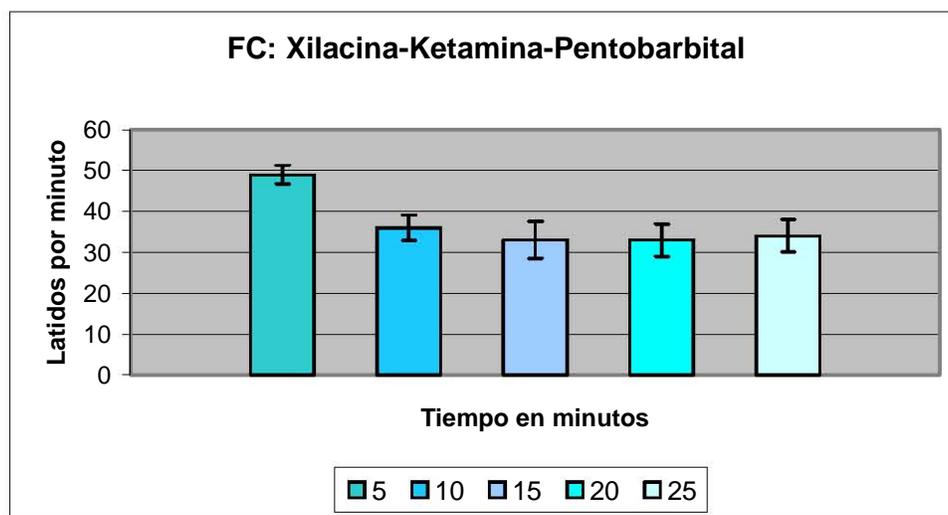
	Grupo	N	Rango
Relajación	Exp	10	15.50
	Con	10	5.50
	Total	20	
Recuperación	Exp	10	15.05
	Con	10	5.95
	Total	20	

Prueba estadística

	Relajación	Recuperación
Mann-Whitney U	.000	4.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000

Los resultados muestran diferencia significativa en ambas variables ($P= 0.000$), que indica que en el grupo experimental (Xilacina-Ketamina-Pentobarbital) la relajación muscular y la calidad de la recuperación fueron mejores que el grupo control (Xilacina-Ketamina).

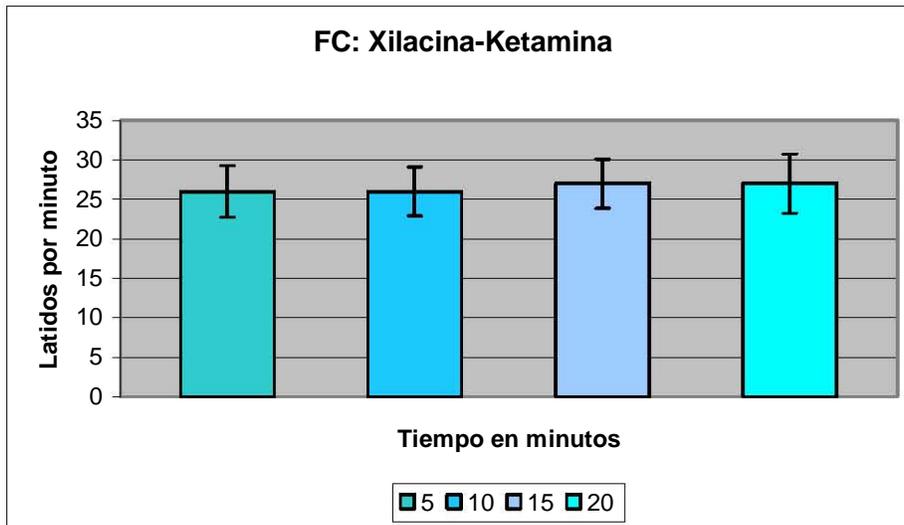
Figura 1: Gráfica de la Frecuencia cardiaca del grupo experimental.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

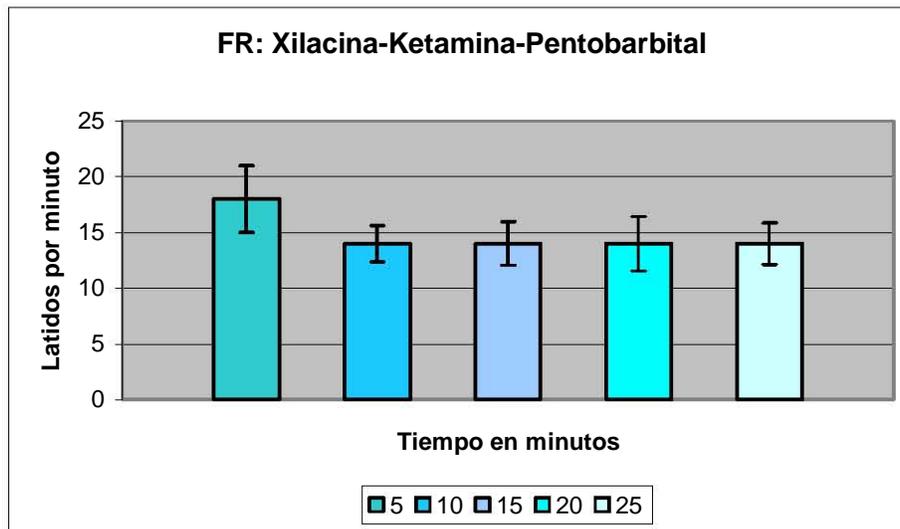
Figura 2: Gráfica de la Frecuencia cardiaca del grupo control.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

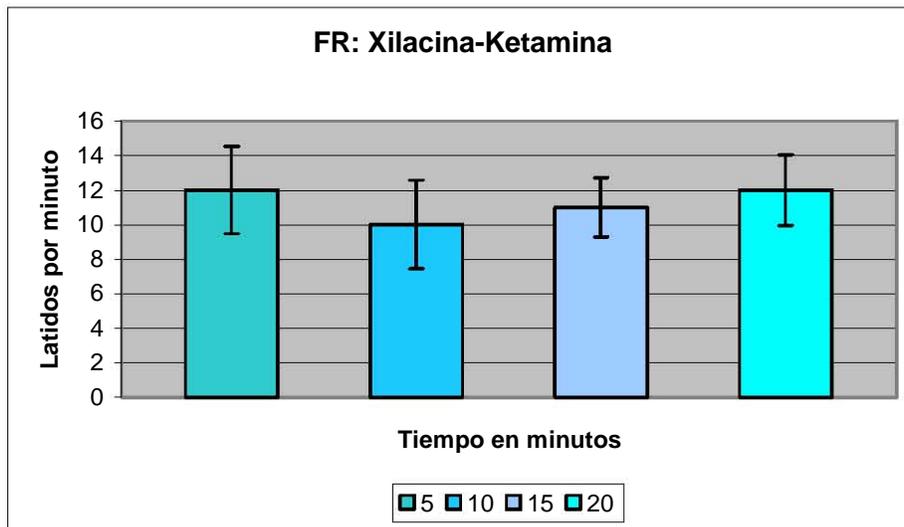
Figura 3: Gráfica de la Frecuencia respiratoria del grupo experimental.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

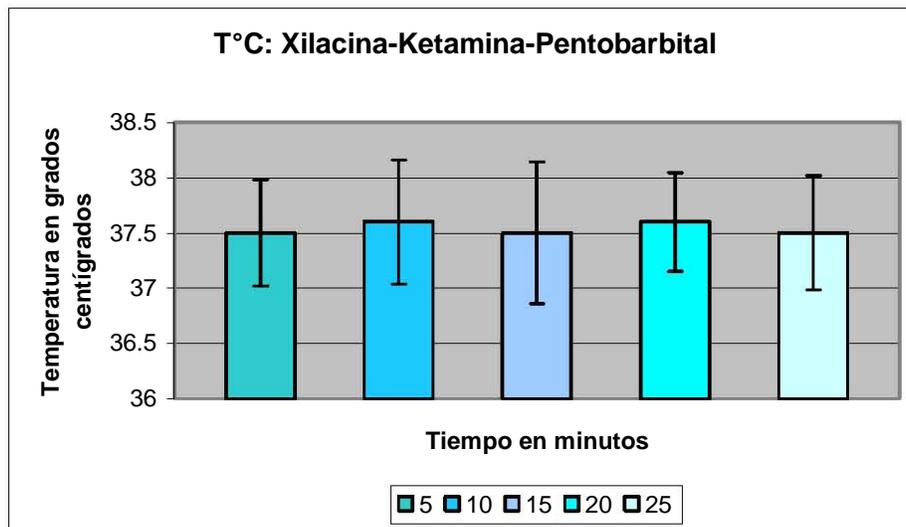
Figura 4: Gráfica de la Frecuencia respiratoria del grupo control.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

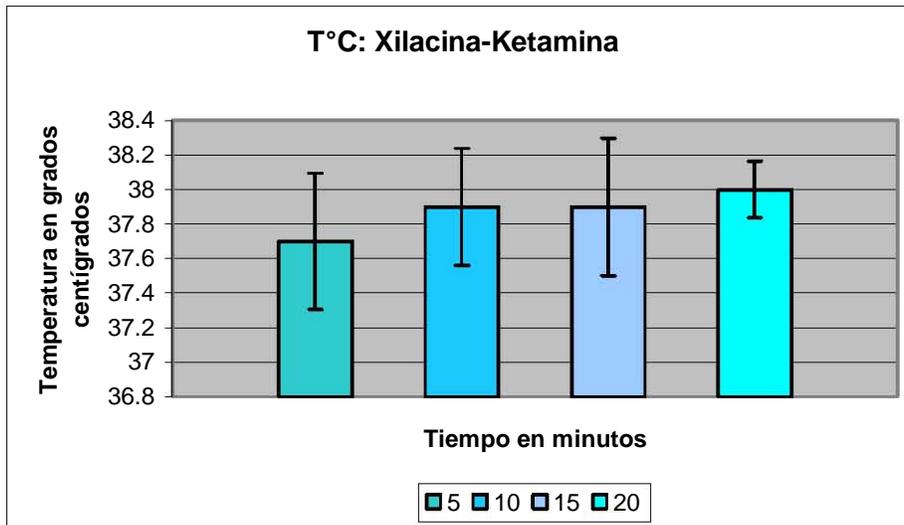
Figura 5: Gráfica de la Temperatura corporal del grupo experimental.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

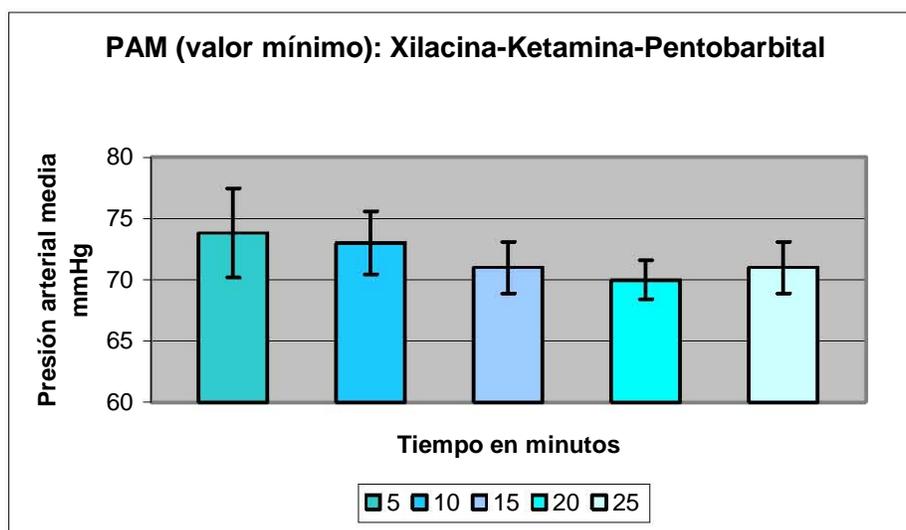
Figura 6: Gráfica de la Temperatura corporal del grupo control.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

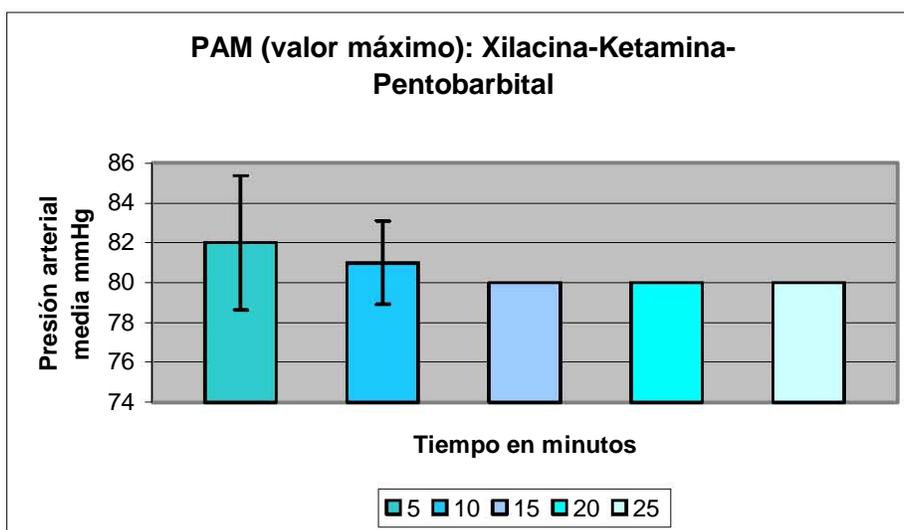
Figura 7: Gráfica de la Presión arterial media (PAMi) valor mínimo del grupo experimental.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

Figura 8: Gráfica de la Presión arterial media (PAMx) valor máximo del grupo experimental.

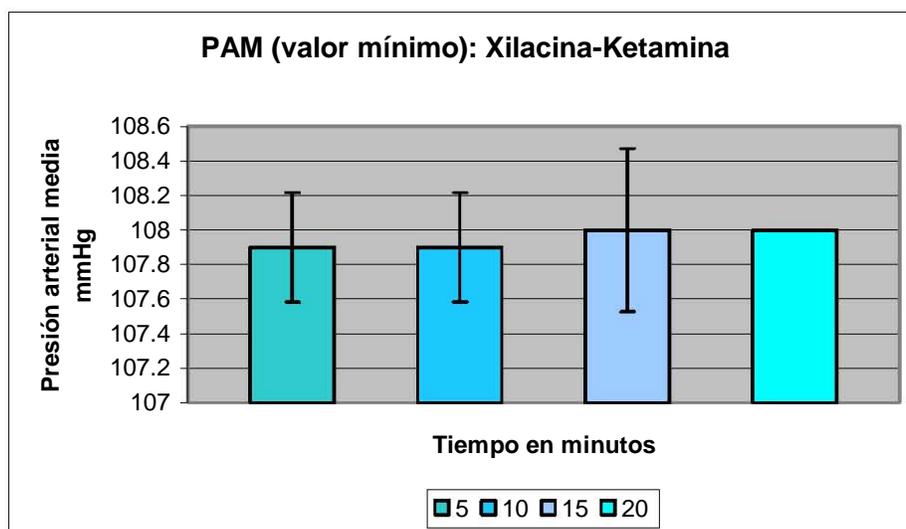


Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

Las columnas que no presentan líneas, la desviación estándar fue de $\pm .000$.

Figura 9: Gráfica de la Presión arterial media (PAMi) valor mínimo del grupo control.

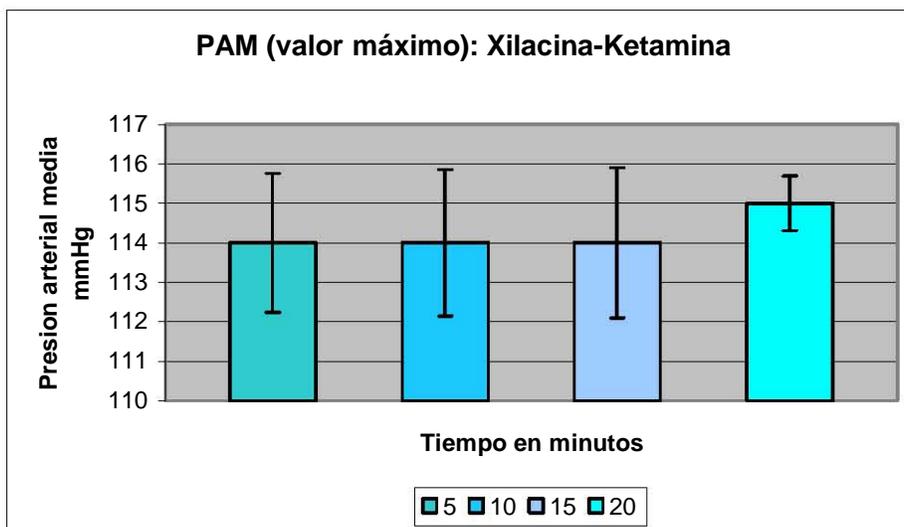


Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.

La columna que no presenta líneas, la desviación estándar fue de $\pm .000$.

Figura 10: Gráfica de la Presión arterial media (PAMx) valor máximo del grupo control.



Las columnas en color indican la media para cada tiempo.

Las líneas delgadas colocadas en la parte superior de cada columna, indican la desviación estándar.