

# FACTORES DE RIESGO EN LA PERI-ANESTESIA EQUINA Y FÁRMACOS QUE SE PUEDEN INCLUIR EN EL PROTOCOLO ANESTÉSICO

## REVISIÓN DE LITERATURA

Anastasia Cruz Carrillo<sup>1</sup> - DMV, MSc, Esp.

Carlos Sebastián Lizarazo Cely<sup>2</sup>

## RESUMEN

Los riesgos anestésicos se presentan en todas las especies y se deben a los efectos producidos por los fármacos que se utilizan, los cuales en su mayoría son depresores del sistema nervioso central (SNC) y por ello de los centros vitales, vasomotor y cardiorrespiratorio, conduciendo a que durante un proceso anestésico, la perfusión tisular sea disminuida y en muchos casos constituya la causa de la muerte de los pacientes. Los equinos de manera particular y por sus características morfofisiológicas, muestran mayor susceptibilidad a dichas complicaciones, por lo que se debe tener particular cuidado del protocolo anestésico a seleccionar y de los métodos de soporte que se decidan instaurar, preferiblemente de manera preventiva. Fármacos como inotrópicos, vasodilatadores, analgésicos y antiinflamatorios, entre otros, pueden incluirse en diferentes momentos de la perianestesia, buscando aumentar la tasa de sobrevida de los equinos anestesiados, o bien, disminuir el porcentaje de complicaciones posquirúrgicas en la especie. Es necesario el conocimiento de los riesgos y razones por las cuales un equino es más susceptible a mostrar complicaciones perioperatorias, así como los fármacos que pueden incluirse en uno u otro protocolo anestésico, minimizando la presentación de efectos adversos. Por lo anterior, el objetivo de esta revisión es profundizar en el riesgo anestésico de los equinos y proponer algunas medidas farmacológicas para disminuirlos.

## INTRODUCCIÓN

*Todo procedimiento anestésico busca lograr en el paciente un estado de inconciencia, inmovilidad, analgesia, protección neurovegetativa, así como inducción y recuperación suaves y rápidas; sin embargo se sabe que existen complicaciones inherentes a la farmacodinamia de los medicamentos usados, a las características propias de los pacientes, o incluso a algunas interacciones medicamentosas; en tal sentido, algunas de estas complicaciones son de frecuente hallazgo en equinos en el periodo perianestésico como arritmias, hipotensión, depresión respiratoria, disminución del gasto cardiaco, perfusión tisular deficiente, excitación motora, dolor, ansiedad y miopatía, entre las más frecuentes. Es sabido que durante la anestesia general, el gasto cardiaco se encuentra disminuido en aproximadamente 30%, y entre 15-30% el flujo sanguíneo pulmonar (Bidwell., 2007). En consecuencia, el protocolo anestésico debe ser diseñado para cada paciente de acuerdo con su estado de salud y el procedimiento que se vaya a realizar, de manera que se mantengan las funciones cardiorrespiratoria y vascular dentro de lo normal (García et al., 2002).*

*Durante el período comprendido entre el primer y el séptimo día post-anestesia general en cualquier tipo de equino, existe un alto riesgo de mortalidad, que se puede ver influenciado por las condiciones generales y de salud del paciente. Sin embargo, se ha encontrado mayor incidencia de muerte postanestésica, cuando el animal sufre estados hipovolémicos y sépticos previos al procedimiento. Es así como el mantenimiento de la homeostasis cardiovascular es determinante en la sobrevida de los equinos sometidos a cualquier tipo de protocolo anestésico y ha motivado a promover la realización de un soporte farmacológico con el uso de estimulantes cardiacos e inotrópicos durante la anestesia, por ser una especie que desarrolla con facilidad hipotensión severa intraoperatoria, que arriesga la perfusión tisular (Dugdale et al., 2007).*

*Según lo indica Robert Smith "no existen agentes anestésicos seguros, sólo existen anesthesiólogos seguros", de esa manera se hace necesario que los profesionales dedicados a la cirugía y la anestesiología de los equinos, tengan un conocimiento profundo sobre todos los fármacos que se usan en anestesia, así como sus asociaciones e interacción medicamentosa, propiciando la menor incidencia de eventos indeseados, y dentro de ellos de mortalidad intra o postoperatoria (García et al., 2002).*

*Por lo anterior, el objetivo de esta revisión es reunir información actualizada sobre las características particulares de los equinos que los hacen susceptibles a presentar complicaciones durante la anestesia general, generando la necesidad de administrar, fuera de tranquilizantes, anestésicos y relajantes musculares, otros fármacos que disminuyan los riesgos y aumenten la tasa de sobrevida de los pacientes.*

<sup>1</sup> Docente Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo GIBNA.

<sup>2</sup> Estudiante Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo GIBNA.

## FACTORES PREDISPONENTES DE RIESGO ANESTÉSICO

Los equinos poseen características morfofisiológicas que los hacen predisponentes a sufrir complicaciones durante la anestesia, dentro de las que se destaca el peso corporal, el tamaño, el temperamento nervioso, la alta masa muscular, la longitud del cuello, la conformación y capacidad de la cavidad torácica, y el tamaño de los pulmones y de las vísceras abdominales, llevándolos a estados hipoventilatorios de apnea, hipoxemia e hipotensión, y todo ello a hipoperfusión tisular (García *et al.*, 2002), características morfofisiológicas que lo constituyen en una especie no apta para permanecer por largos períodos en decúbito, lo cual concuerda con sus hábitos de permanecer echados aproximadamente 2,5 horas al día, distribuidas en 4-5 períodos de descanso, que generalmente hacen en decúbito esternal y nunca en decúbito dorsal, que es la posición más utilizada para las cirugías abdominales (Godoy, 1992).

Los estados de hipotensión severa a los que se enfrenta un equino anestesiado, pueden también ocasionar insuficiencia renal grave, isquemia del miocardio y alteración multisistémica por hipoxia, con disminución de la tasa metabólica de los órganos, lo que obliga a considerar como aspecto importante el mantenimiento de la perfusión tisular a pesar de la depresión respiratoria y cardiaca, y la vasodilatación presentes en un procedimiento anestésico (Tabacchi y Mastrocinque, 2002). Tales alteraciones se deben al efecto de los fármacos, pero como se mencionó, se ven empeoradas por la postura en decúbito del animal.

El decúbito al que son sometidos los equinos durante la anestesia general, provoca alteraciones cardiorrespiratorias, de manera que las pO<sub>2</sub> y pCO<sub>2</sub>, solo vuelven a sus niveles normales cuando el animal se encuentra nuevamente en pie. Adicionalmente la posición en que se tenga el animal en decúbito, influye en la intensidad de la hipoxemia e hipercapnia, siendo estas mayores cuando hay decúbito dorsal, seguido por el decúbito lateral derecho y algo menor en decúbito lateral izquierdo (Canales y Godoy, 2009). La predisposición de los equinos a desarrollar hipoxemia en la posición de decúbito, se debe en parte al gran tamaño de los pulmones, a la compresión que hacen las vísceras abdominales contra el diafragma, así como a la hipoventilación de ciertas zonas del pulmón debida a la compresión mecánica contra la caja torácica (Meyer *et al.*, 2010). A pesar de que en decúbito lateral, debido a la gravedad, el pulmón inferior recibe mayor irrigación por gravedad que el superior; la congestión producida por la compresión mecánica en el pulmón inferior, aumenta la resistencia vascular en éste, produciendo éstasis venoso y compromiso del intercambio gaseoso. Esta misma situación ocurre en la porción que queda más inferior en ambos pulmones, cuando el animal es ubicado en decúbito dorsal (Canales y Godoy 2009), en cuyo caso la disminución de la capacidad funcional residual del volumen pulmonar llega a 48%. Bajo tales circunstancias, hay apertura de puentes arteriovenosos funcionales (Godoy, 1992).

Adicionalmente la alta masa muscular que poseen los equinos de cualquier raza, facilita la presentación de miopatías, miositis y neuropatías por compresión, que también puede ocurrir por dis-

minución de la perfusión tisular (Bidwell *et al.*, 2007). Una de las principales causas de la miopatía post anestésica es la hipotensión y la hipoxemia propias del proceso anestésico, sumado a la compresión de la zona por el peso del animal, que genera aumento de la resistencia vascular al flujo sanguíneo, conduciendo a hipoperfusión tisular con isquemia e hipoxia local (Godoy, 1992). Por lo anterior, las medidas preventivas como el acolchonamiento de la superficie donde se tenga el animal, no es suficiente para prevenir esta alteración siendo necesario garantizar la perfusión de la zona (Canales y Godoy, 2009).

Como se mencionó, la mayoría de miositis post anestésicas del equino, se deben a la compresión del piso o de la mesa contra los músculos, pero en algunos casos se puede deber a un aumento de la presión de los compartimientos osteofasciales (huesos, fascias, músculos), lo que lleva a una isquemia local. Es demostrado que en algunos equinos, sobre todo los de mayor masa muscular y mayor peso, que la presión generada por el decúbito no solo disminuye el flujo capilar, sino también la transmisión neural, siendo ambos efectos, inductores de dolor. La oclusión vascular propicia la activación del metabolismo anaerobio, con lo que se produce ácido láctico, el cual no puede ser drenado por los capilares venosos por el éstasis existente, de manera que su acúmulo favorece la sensación dolorosa (Reed *et al.*, 2004), junto con la producción de mediadores algésicos y proinflamatorios. En consecuencia, los daños producidos en la miopatía post anestésica, corresponden más a un proceso inflamatorio con aumento de la permeabilidad celular, aumento de la creatinfosfoquinasa (CK) y la transaminasa oxalacética (AST), aunque también dicha miopatía puede desencadenarse debido a isquemia o indirectamente por síndrome de isquemia de reperfusión (Canales y Godoy, 2009). Este último es causante de otros efectos adversos en el que predomina la muerte celular apoptótica sobre la necrótica, con daños celulares irreversibles, debidos a peroxidación lipídica por las especies reactivas de oxígeno, SRO (radical superóxido), sintetizadas con mediación de la xantino oxidasa (Reed *et al.*, 2004),

Sumado a los problemas debidos a la postura, la conformación de la caja torácica de un equino adulto, hace inefectiva la compresión del corazón y del tórax durante la resucitación (Bidwell *et al.*, 2007).

Finalmente, en el postquirúrgico de cirugías abdominales, los equinos son predisponentes a presentar íleo paralítico, lo que constituye una complicación anestésica de importancia, porque puede culminar en la presentación de cólico, algunas veces fatal.

Consolidando todo lo anterior, se puede afirmar que las principales complicaciones de la anestesia general en equinos, fuera de la presencia de paro respiratorio o paro cardiaco son:

- ♦ Hipotensión. Los fármacos utilizados en los diferentes protocolos anestésicos son vasodilatadores, por ello la presión arterial media desciende y se encuentra por debajo de 60 mmHg.
- ♦ Hipoxemia e hipercapnia. La primera es debida a la disminución de la ventilación y a la depresión cardiaca, por lo que la

PO<sub>2</sub> desciende a valores inferiores a 60 mmHg; la hipercapnia corresponde a un aumento de la PCO<sub>2</sub> superior a 50 mmHg y se asocia con pacientes que se dejan en ventilación espontánea durante el proceso anestésico.

- ◆ Arritmias, como consecuencia de alteraciones del funcionamiento cardíaco, pueden alterar el gasto cardíaco y con ello, comprometer la perfusión tisular (Muir y Hubbel, 2009).
- ◆ Íleo paralítico, como respuesta refleja de la manipulación visceral y por hipoxia debida a la hipotensión (Kazue *et al.*, 2010), lo cual puede manejarse con procinéticos.
- ◆ Es de anotar que hipotensión, hipoxemia e hipercapnia, son más severas cuando el animal se mantiene en decúbito dorsal (Canales y Godoy, 2009).

## FÁRMACOS INCLUIDOS EN PROTOCOLOS ANESTÉSICOS

Independiente si se está trabajando bajo un esquema de anestesia general tradicional o balanceada (multimodal), fuera de los fármacos que se incluyen comúnmente en los procedimientos anestésicos como tranquilizantes, relajantes musculares y anestésicos generales inyectados e inhalados, existen una serie de fármacos que pueden ser incluidos en los protocolos, según cada caso, con los que se busca modular algunas de las funciones del organismo, minimizando los riesgos para el paciente en todo el periodo perianestésico.

En todo procedimiento anestésico durante la etapa de la pre-anestesia, los pacientes que lo requieran deben ser estabilizados, y en caso de ser cirugías de urgencia, se deben hacer las intervenciones a que haya lugar según cada caso, para disminuir los riesgos anestésicos. De esa manera, aunque en todo procedimiento anestésico la ventilación del animal debe estar garantizada y por ello la administración de oxígeno se hace de rutina, en aquellos pacientes con patologías respiratorias, que por urgencia deben ser sometidos a un procedimiento anestésico, deben recibir el soporte de oxígeno desde la inducción y durante todo el procedimiento. Igualmente el paciente con insuficiencia cardíaca o algún tipo de arritmia, preferiblemente estas deben ser tratadas previamente (Becaluba, 2014). Igualmente la administración de soluciones cristaloides, hipertónicas o coloides, solas o asociadas, ayudan a mantener la volemia y con ellos la presión arterial y la perfusión tisular, siempre y cuando la función cardíaca y la oxigenación sanguínea estén garantizadas.

Siendo la hipotensión uno de los aspectos más importantes de la anestesia general en equinos, en pacientes críticos o en aquellos que están bajo efecto anestésico, se debe mantener la presión arterial dentro de lo normal y garantizar la función cardiovascular y de los demás órganos. Tal objetivo puede lograrse manteniendo una profundidad anestésica adecuada, aportando un volumen de líquidos adecuado y utilizando fármacos vasoactivos. Toda vez que los equinos desarrollan hipotensión con facilidad y que restituir la volemia toma mayor tiempo, la inclusión de vasoactivos en el protocolo anestésico es benéfico para esta especie (Kazue *et al.*, 2010). Dentro de los fármacos denominados como vasoactivos, se incluyen los inotrópicos y los vasopresores, que respectiva-

mente aumentan la fuerza de contracción cardíaca y el tono de la vasculatura (Tabacchi y Mastrocinque, 2002; Kazue *et al.*, 2010). Los vasopresores más usados en equinos son las aminas simpaticomiméticas (epinefrina, efedrina, fenilefrina, norepinefrina). Los inotrópicos (dopamina, dopexamina, dobutamina), que se usan preferiblemente en infusión continua, mejoran la fuerza de contracción del miocardio, aunque a dosis altas también son vasopresores (Kazue *et al.*, 2010).

La dobutamina genera efecto inotrópico positivo, mejora el gasto cardíaco y la presión arterial (PA), reduce el arresto cardíaco y asociada con una terapia intravenosa de líquidos, ayuda a corregir estados de hipotensión, de manera eficiente durante la anestesia general, pudiendo usarse como parte del protocolo anestésico o bien, cuando se identifique el descenso de la PA (Johnson *et al.*, 2004)

Algunos proponen el uso de fenilefrina u otros agonistas alfa-1 como parte del protocolo anestésico, buscando mejorar la presión arterial por su efecto vasoconstrictor; sin embargo, en algunos metaanálisis realizados, se relaciona con aumento de mortalidad, posiblemente porque la vasoconstricción producida por éstos disminuye la perfusión tisular y favorece la hipoxia, causa frecuente de la muerte durante o posterior a la anestesia general en la especie. Adicionalmente, al mejorar la PA, puede enmascarar la hipovolemia y con ello conducir a una resucitación insuficiente que culmine en aumento de la mortalidad. Los agonistas alfa-1, también producen vasoconstricción esplácnica, afectando la viabilidad del órgano, lo cual compromete aún más la función del tracto digestivo en pacientes gastroentéricos (Hinder *et al.*, 2003).

Bajo tal esquema, el uso de analgésicos parece necesario toda vez que después de los procedimientos quirúrgicos se produce dolor que si bien no es el único efecto indeseado, sí produce efectos que la anestesia no logra evitar. Es así como estando el paciente en estado de inconciencia no percibe la sensación dolorosa, pero la liberación de mediadores nociceptivos está ocurriendo, y de ahí el compromiso cardiorrespiratorio y digestivo que sufre el paciente (Martí, 2005). La producción de glutamato y aspartato como aminoácidos relacionados con la nocicepción y los péptidos moduladores (taquiquininas, péptido gen relacionado a la calcitonina, somatostatina, polipéptido intestinal vasoactivo, galanina, bombesina, y neurotensina), y otras sustancias también relacionadas con inflamación como prostaglandinas, citokinas e interleukinas, se están liberando en el animal anestesiado al que se le practica un procedimiento quirúrgico, lo que aumenta la sensibilidad en la zona quirúrgica y zonas vecinas (Chiodetti, 2005). Bajo condiciones de dolor la respiración se hace superficial, situación que se suma al compromiso respiratorio dado por los fármacos usados y la postura del paciente, ya mencionada. El dolor induce liberación de catecolaminas que conducen a vasoconstricción, aumento de la postcarga y mayor demanda de oxígeno. Por lo anterior, el uso de analgésicos opioides o antiinflamatorios no esteroideos (AINES) se hace necesario (Martí, 2005); así mismo, la inclusión de anestésicos locales, antiinflamatorios esteroideos, tranquilizantes alfa-2 agonistas o anestésicos disociativos, antes, durante y después de la cirugía, pueden minimizar los efectos

indeseados producto de la inflamación y el dolor. En este mismo sentido, si bien algunos autores indican los beneficios de la analgesia preventiva, que se ha definido como "El tratamiento que previene el establecimiento de sensibilización central causada por injurias quirúrgicas o inflamatorias", ésta no es suficiente para controlar el dolor durante la etapa postoperatoria y se hace necesario su uso durante el período postquirúrgico (Chiodetti, 2005).

En razón a que parte de la fisiopatología de la miositis cursa con alta producción de ácido láctico, la administración endovenosa de soluciones electrolíticas a base de bicarbonato de sodio o de lactato, puede ayudar a disminuir el dolor por acúmulo de éste.

Como se mencionó durante la compresión muscular producida por la postura, se liberan mediadores de inflamación, de dolor y SRO, por lo que fuera de los antiinflamatorios (corticoides, AINES, DMSO) y analgésicos (opioides, tranquilizantes alfa-2 agonistas) que se usan en el perioperatorio, también se pueden incluir captadores de radicales libres.

El efecto procinético de fármacos como los anestésicos locales, disminuyen el efecto de las catecolaminas en el TGI e inducen una acción colinérgica; los agonistas dopaminérgicos o serotoninérgicos, o los fármacos colinérgicos, pueden propiciar el tono propulsivo del intestino y con ello evitar el ileo paralítico.

## CONCLUSIONES

En respuesta a los riesgos anestésicos más frecuentemente encontrados en los equinos, existen medidas preventivas o terapéuticas que pueden ser instauradas. Para la hipotensión se recomienda el uso de soluciones cristaloides durante el procedimiento y hasta la total recuperación; dichas soluciones se pueden asociar con soluciones hipertónicas o coloides. Adicionalmente el uso de inotrópicos positivos mejora el gasto cardiaco, la postcarga, y con ellos la presión arterial; frente a la hipoxemia, se hace necesaria mantener una fuente de oxígeno permanente. Las arritmias deben ser tratadas, debido a que alteran el gasto cardiaco, por lo que los inotrópicos pueden ser incluidos en la terapia (Muir y Hubbel, 2009). En caso de haber como efectos súbitos, paro cardiaco y respiratorio, o uno de los dos, se tratarán con epinefrina o isoproterenol y con analépticos (doxapram), respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Becaluba, M. Técnicas Anestésicas en Grandes Animales. 13 p. disponible en
2. <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/CirugiaGeneral/images/Documentos/2014/Teoria/20%20ANESTESIA%20EN%20EQUINOS%202014.pdf>. 2014. Consultado el 6 de marzo de 2016.
3. Bidwell LA, Bragmlage LR, Rood WA. Equine perioperative fatalities associated with general anaesthesia at a private practice - a retrospective case series. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 2007; 34, 23-30
4. Canales GA, Godoy PA. Miopatías postanestésicas en equinos finas sangre de carrera. 2009.24(1-2):26-39
5. Chiodetti G. 2005. Analgesia preventiva. Primer Simposio Virtual de Dolor, Medicina Paliativa y Avances en Farmacología del Dolor. Disponible en [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/simposio\\_espanol\\_dolor\\_postoperatorio.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/simposio_espanol_dolor_postoperatorio.pdf). Consultado el 15 de diciembre de 2015
6. Dugdale AHA, Langford J, Senio JM, Proudman CJ. The effect of inotropic and/or vasopressor support on postoperative survival following equine colic surgery. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 2007; 34: 82-88
7. García AA, Sumano H, Núñez E. 2002. taquiquininas, péptido gen relacionado a la calcitonina, somatostatina, polipéptido intestinal vasoactivo, galanina, bombesina, neurotensina). *Vet. Mex.* 33 (3):309-333
8. Godoy PA. Anestesia general endovenosa en equinos. 1992. Disponible en: <<http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4988/4873>>. Consultado el 15 de enero de 2016
9. Hinder F, Stubbe HD, Van Aken H. Early multiple organ failure after recurrent endotoxaemia in the presence of vasoconstrictor-masked hypovolaemia. *Crit Care Med*. 2003; 31, 903-909.
10. Johnston GM, Eastment JK, Taylor PM. Is isoflurane safer than halothane in equine anaesthesia? Results from a prospective multicentre e randomized controlled trial. *Equine Vet J*. 2004; 36, 64-71
11. Kazue IK, Trentinaro IB, Magalhaes AA. Fármacos vasoactivos empregados em equinos durante a anestesia inalatória: Revisao de literatura. *Ensaio e Ciencia Ciências Biológicas Agrárias e da saúde*. 201 14 (1): 209-225
12. Martí VJL. 2005. Tratamiento del dolor postoperatorio en UCI. Primer Simposio Virtual de Dolor, Medicina Paliativa y Avances en Farmacología del Dolor. Disponible en [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/simposio\\_espanol\\_dolor\\_postoperatorio.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/simposio_espanol_dolor_postoperatorio.pdf). Consultado el 15 de diciembre de 2015
13. Meyer H, Kastner S, Beyerbach M, Rehage J . Cardiopulmonary effects of dorsal recumbency and high- volumen caudal epidural anaesthesia with lidocaine or xylazine in calves. *The Veterinary Journal*. 2010. 186 (3): 316-322.
14. Muir WW, Hubbell JAE. *Equine Anesthesia. Monitoring and emergency Therapy*. 2 ed., Saunders-Mosby. 2009.
15. Reed SM, Bayley WM, Sellon DC. *Equine Internal Medicine* . 2 ed. El Sevier USA. 2004.
16. Tabacchi FD, Mastrocinque S. Agentes vasoativos e inotrópicos em anestesia e no paciente crítico. *Rev. Educ Contin*. 2001. 5(2):139-149