

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Principales complicaciones en caballos sometidos a anestesia  
general (Revisión Bibliográfica)**

**Isidora Navarro Münchmeyer**

**Medicina Veterinaria**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Médico Veterinario

Quito, 24 de mayo de 2023

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Principales complicaciones en caballos sometidos a anestesia general  
(Revisión Bibliográfica)**

**Isidora Navarro Münchmeyer**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Lenin Vinueza, DMVZ., MSC.**

Quito, 24 de mayo de 2023

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Isidora Navarro Münchmeyer

Código: 00205876

Cédula de identidad: P10517359

Lugar y fecha: Quito, 24 de mayo de 2023

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

En el campo de la anestesiología veterinaria, la mortalidad anestésica es mayor en equinos que en cualquier otra especie doméstica. Los caballos tienen una mortalidad anestésica de entre el 0,8% y el 1,8%, y en un paciente sistémicamente inestable la tasa de mortalidad anestésica puede alcanzar el 5%. Esta tendencia se ha mantenido en los últimos 40 años. Las complicaciones asociadas con el proceso anestésico de caballos tiene una íntima relación con el gran tamaño de este animal, la alta complejidad en el manejo y posicionamiento del paciente, las limitaciones en el acceso a herramientas y métodos de monitorización efectivas, e incluso el error humano. El objetivo de esta revisión bibliográfica es identificar y describir las principales complicaciones asociadas al proceso de anestesia general en caballos, así como generar sugerencias sobre técnicas de monitorización y manejo del paciente para prevenir la aparición de dichas complicaciones.

**Palabras clave:** anestesia, veterinaria, medicina, equino, caballo, complicaciones, mortalidad, morbilidad, monitorización.

## ABSTRACT

In the field of veterinary anesthesiology, equine mortality is higher than in any other domestic species. Horses have an anesthesia-associated mortality rate of between 0,8% and 1,8%, and in systemically ill patients, mortality rate can go as high as 5%. What is most worrying is that this tendency has not changed in the last 40 years. Complications associated with anesthesia have a close relation with the size and weight of horses, the higher complexity of managing and positioning patients, limited access to effective monitoring tools and methods, and human error. The objective of this review is to identify and describe the main complications associated with general anesthesia in horses, while also generating suggestions over monitoring techniques and patient management in order to prevent further complications.

**Keywords:** anesthesia, veterinary, medicine, equine, horse, complications, mortality, morbidity, monitorization.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	9
Metodología.....	10
Resultados.....	11
Discusión.....	16
Recomendaciones.....	26
Conclusión.....	26
Referencias bibliográficas.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales complicaciones anestésicas en equinos y sus tasas de mortalidad (%).15

## INTRODUCCIÓN

En medicina veterinaria, la mortalidad y morbilidad anestésica es mayor en equinos que en cualquier otra especie doméstica (Williams et al., 2016). Como establece Dugdale & Taylor (2016), los caballos tienen una mortalidad anestésica de entre el 0,8% y el 1,8%, mientras que en perros la tasa de mortalidad es de 0,05%, en gatos de 0,11% y en conejos es de 0,73%. Esta estadística no considera que en un paciente equino sistémicamente inestable, la tasa de mortalidad anestésica puede alcanzar el 5% (Cornick-Seahorn, 2004). Lo más preocupante es que esta tendencia se ha mantenido los últimos 40 años (Senior, 2015).

En la actualidad, los estudios de mortalidad y morbilidad anestésica en equinos todavía presentan graves fallas en el registro de datos, principalmente asociado a una falta de consistencia en los criterios de inclusión y exclusión, la delimitación de los periodos anestésicos (pre-, peri- y post-anestésicos) y la ausencia de una categorización adecuada de los pacientes según el riesgo del procedimiento (Hopster, 2018).

La función del anestesista es mantener la fisiología normal del paciente ante cambios patológicos preexistentes y los efectos farmacológicos de los medicamentos anestésicos. Aquí recae la importancia de un correcto monitoreo anestésico que permita prever y adelantarse a potenciales complicaciones (Degnall et al., 2022). Es importante mencionar que una de las principales causas de complicaciones en medicina equina, y es un factor que comparte la medicina veterinaria y humana, es el error humano. Este alcanza valores de hasta 75% de muertes en anestesia (Senior, 2013).

El objetivo de esta revisión bibliográfica es identificar y describir las principales complicaciones asociadas al proceso de anestesia general en caballos, así como generar sugerencias sobre herramientas de monitorización y manejo del paciente para prevenir la aparición de dichas complicaciones.

## **METODOLOGÍA**

Este trabajo se realizó por medio de la recopilación y análisis de información de trabajos indexados, con antigüedad máxima de 20 años. Bases de datos: PubMed, Google Scholar y Scopus. Idiomas: inglés y español. Términos de búsqueda: anesthesia, horses, mortality, morbidity, equine, complications, monitoring.

## RESULTADOS

Las principales complicaciones encontradas en caballos sometidos a anestesia general fueron: disritmias y arritmias, hipotensión, hipoxia, obstrucción respiratoria, fracturas, miopatía post-anestésica, mielomalacia y neuropatías periféricas.

### **Complicaciones cardiovasculares**

Las complicaciones cardiovasculares son consideradas la principal causa de muerte en anestesia equina (Degnall et al., 2022). Estas se han asociado al 20-50% de las muertes durante el proceso anestésico. Sin embargo, se debe reconocer que gran parte de las muertes son categorizadas como una falla del sistema cardiovascular en ausencia de un correcto monitoreo del paciente y la identificación de la causa real de muerte (Grimm et al., 2015).

Una de las principales complicaciones cardiovasculares es el arresto cardíaco intraoperatorio. Comúnmente ocurre en la etapa temprana de anestesia (dentro de los primeros 30 minutos) como resultado de arritmias o disritmias perianestésicas (Wagner, 2009). Por otro lado, episodios de hipotensión durante el procedimiento anestésico, generalmente como resultado de una dilatación vascular periférica o una depresión miocárdica (Snyder & Wendt-Hornickle, 2013; Brosnan, 2013), están asociados a una baja en la perfusión tisular y en conjunto con el posicionamiento inadecuado del paciente, puede gatillar otras complicaciones como miopatías y neuropatías (Clark-Price, 2013).

## **Complicaciones respiratorias**

Las complicaciones de origen respiratorio se asocian con el 4-25% de las muertes anestésicas. Las tasas de complicaciones son menores a las reportadas en otras especies, en principio debido a la alta seguridad relativa de la vía respiratoria del equino y no suelen ser una causa habitual de muerte (Senior, 2013).

La hipoxia generalizada del paciente es una de las mayores preocupaciones perianestésicas. Esta patología se ve asociada a la depresión farmacológica del sistema nervioso central y del centro respiratorio (Brosnan, 2013), al tamaño y posicionamiento del paciente durante el proceso anestésico (Hubbell & Muir, 2014). A éste fenómeno se le suma el riesgo de hipercapnia por acumulación de dióxido de carbono en periodos de hipoventilación (Mosing & Senior, 2017).

Otra complicación común es la obstrucción respiratoria post-anestésica. Los caballos respiran únicamente por la nariz, y la congestión de la mucosa nasal o el desplazamiento dorsal del paladar blando durante la extubación puede provocar la obstrucción transitoria de la vía aérea superior en el proceso de recuperación (Wagner, 2009). Aunque la causa de este fenómeno no ha sido determinada, se ha asociado al estiramiento o isquemia de los nervios laríngeos recurrentes, hipoxemia y la duración prolongada del proceso anestésico (Dugdale & Taylor, 2016). Otras complicaciones ocasionales incluyen la parálisis de los cartílagos aritenoides y parálisis laríngea. Una consecuencia rápida de esta obstrucción es el edema pulmonar, caracterizado por la descarga de fluido rosado o espuma por las fosas nasales o a través del tubo endotraqueal (Muir & Hubbell, 2009).

## **Complicaciones musculoesqueléticas**

Las fracturas se asocian al 12.5-38% de las muertes durante el proceso de recuperación. Cabe destacar que esta es una estadística que se ha mantenido en los últimos 18 años (Joubert et al., 2005; Senior, 2013). La mayor parte de las fracturas ocurren durante el proceso de recuperación anestésica, y pueden ser consecuencia de otras patologías como miopatías o neuropatías (Clark-Price, 2013).

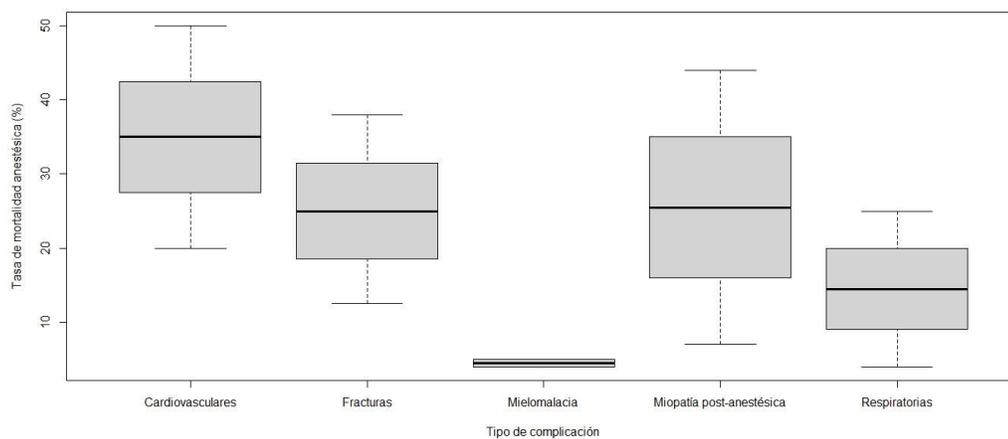
Por otra parte, la miopatía post anestésica (PAM por sus siglas en inglés), es una forma de síndrome compartimental que comprende procesos de isquemia y daño por reperfusión, asociado a una falta de perfusión sanguínea al músculo durante el proceso anestésico (Hubbell & Muir, 2014; Brosnan, 2013). El PAM se asocia al 7-44% de las muertes durante el procedimiento anestésico (Grimm et al., 2015; Senior, 2013), y es considerado un factor de riesgo para la ocurrencia de fracturas a consecuencia de dolor, debilidad e incoordinación (Degnall et al., 2022).

## **Complicaciones neurológicas**

La mielomalacia es considerada una forma de neuropatía central, asociada a un proceso isquémico de los nervios medulares. Es una disfunción neurológica de carácter ascendente que comienza comúnmente en la región toracolumbar, provocando debilidad de cola y miembros posteriores (Wagner, 2009). La ocurrencia de esta patología es esporádica pero fatal, asociada a un 4-5% de muertes anestésicas, y la etiología de esta condición es desconocida (Taylor & Clarke, 2007).

Las neuropatías periféricas, en cambio, se asocian a procesos de trauma o isquemia en nervios periféricos. La afectación de extremidades, especialmente cuando son bilaterales, pueden limitar la capacidad del animal para levantarse y por consiguiente alterar el manejo postanestésico (Furr & Reed, 2015). Algunos estudios han llegado a especular acerca de la asociación entre las neuropatías de nervios periféricos y la incidencia de fracturas por una falla en las capacidades propioceptivas y motoras. Además, comúnmente las neuropatías se acompañan de miopatías, acentuando la debilidad postoperatoria del paciente (Nixon, 2019). Las neuropatías faciales, por otro lado, por lo general no traen consecuencias fatales, pero pueden limitar procesos como la prehensión de alimento o la protección ocular (Dugdale & Taylor, 2016).

Las tasas de mortalidad asociadas a cada una de las complicaciones descritas por autores se representan en la Figura 1. En el gráfico se aprecia la predominancia de las complicaciones cardiovasculares con una mayor asociación a mortalidad anestésica, seguido de las miopatías post-anestésicas, las fracturas, las complicaciones respiratorias y por último la mielomalacia. No hay datos de mortalidad anestésica para las neuropatías periféricas.



*Figura 1. Principales complicaciones anestésicas en equinos y sus tasas de mortalidad (%).*

## **DISCUSIÓN**

Si bien las principales complicaciones anestésicas ocurren en las etapas peri y post anestésicas, es necesario establecer la importancia de la etapa pre anestésica como uno de los grandes determinantes del éxito o fracaso del procedimiento anestésico en su totalidad (Grimm et al., 2015). La etapa de preanestesia es aquella en la cual el médico veterinario evalúa exhaustivamente el estado físico general del paciente (incluyendo el análisis de resultados de laboratorio), crea un plan anestésico y analiza los potenciales riesgos del procedimiento (Hubbell, 2008). La mayor parte de complicaciones originadas en esta etapa se da por una falla en la obtención de la historia clínica completa, una incorrecta examinación física del paciente (Muir & Hubbell, 2009), la subvaloración del riesgo anestésico ASA o del riesgo del procedimiento, y una falta de previsión de complicaciones perianestésicas (Senior, 2015).

### **Complicaciones cardiovasculares**

Las disritmias y arritmias cardíacas son relativamente comunes en anestesia equina. La bradicardia (frecuencia cardíaca menor a 25 latidos por minuto) es una de las principales preocupaciones perianestésicas (Grimm et al., 2015). Comúnmente, procesos de bradiarritmia se dan por un aumento en el tono vagal y puede verse exacerbado por el uso de alfa-2 agonistas (Wagner, 2009).

Otras disritmias como la fibrilación atrial o ventricular ocurren ocasionalmente, y pueden conllevar a una disminución en el gasto cardíaco e hipotensión subsecuente. Es importante el tratamiento de pacientes diagnosticados con este tipo de disritmias

previo al proceso anestésico (Taylor & Clarke, 2007). Agentes anestésicos inhalatorios tienen un efecto de sensibilización del miocardio a catecolaminas endógenas, aumentando el riesgo de disritmias y fibrilaciones (Brosnan, 2013).

El monitoreo de la función cardíaca mediante electrocardiograma es fundamental para evaluar no solo la frecuencia cardíaca sino la función eléctrica del corazón durante el proceso anestésico (Boesch, 2013). La detección temprana de bradicardias, arritmias, fibrilaciones o bloqueos atrioventriculares permiten el manejo oportuno y la prevención de complicaciones mayores como el arresto cardíaco del paciente (Degnall et al., 2022).

Por otra parte, los fármacos anestésicos, y en particular los anestésicos inhalatorios tienen efectos hipotensivos importantes (Snyder & Wendt-Hornickle, 2013). Además, el posicionamiento en decúbito dorsal del paciente genera una compresión importante de grandes vasos abdominales y tórax, provocando una disminución en el retorno sanguíneo al corazón y una baja significativa en el gasto cardíaco (Grimm et al., 2015; Mosing & Senior, 2017).

Aquí recae la importancia de un buen monitoreo cardiovascular del paciente. La evaluación subjetiva de membranas mucosas ofrece una visión general de la calidad de perfusión tisular (Boesch, 2013). El tiempo de llenado capilar no debe superar los 2 segundos y mucosas pálidas o grisáceas indican una baja perfusión tisular. Mucosas congestionadas o enrojecidas podrían indicar un proceso de vasodilatación (Degnall et al., 2022).

Si bien la evaluación de la calidad de pulso periférico (por ejemplo, de las arterias faciales) puede servir hasta cierto punto como un indicador de presión de pulso, el ideal es medir directamente la presión arterial durante cualquier proceso anestésico, especialmente cuando se utilizan anestésicos volátiles (Wagner, 2009). Se establece que la medición de presión por métodos no invasivos (por medio de mangos inflables ubicados en la cola) no arroja valores reales y puede sobre o sub dimensionar la presión arterial real del paciente. Por esto, la medición de presión invasiva es considerada el “gold standard” en equinos (Degnall et al., 2022). Para esto se emplea la cateterización arterial, generalmente de la arteria facial, y se conecta a un transductor que detecta los cambios de presión con cada pulsación arterial (Boesch, 2013). Uno de los indicadores más importantes de perfusión tisular es la presión arterial media (MAP por sus siglas en inglés), que no debe alcanzar valores menores a 70 mmHg para garantizar una perfusión tisular adecuada (Skelding & Valverde, 2020),

### **Complicaciones respiratorias**

En principio, los agentes anestésicos (especialmente los inhalatorios) (Brosnan, 2013). y la recumbencia lateral y dorsal inducen un proceso de hipoventilación e hipoxemia en pacientes equinos (Grimm et al., 2015). Cuando el paciente es ubicado en recumbencia lateral, y especialmente en recumbencia dorsal, las porciones pulmonares más caudales se ven comprimidas por el peso de las vísceras abdominales, limitando la expansión pulmonar (Mosing & Senior, 2017).

No existen mayores técnicas para prevenir la hipoxemia del paciente durante el proceso anestésico (Hubbell & Muir, 2014). Sin embargo, se menciona la importancia

de garantizar el acceso a flujos concentrados de oxígeno durante toda la etapa anestésica y se sugiere el uso de ventiladores mecánicos para garantizar la ventilación del paciente, especialmente cuando se encuentran ubicados en recumbencia lateral o dorsal (Sage et al., 2018). La ventilación mecánica permite controlar la frecuencia y volumen de expansión pulmonar, evitando periodos de apnea sostenidos (Valverde, 2013). Se recomienda que la frecuencia respiratoria se mantenga entre 6 y 8 respiraciones por minuto, con un volumen tidal de 14-18 ml por kg de peso (Moens, 2013).

Por otro lado, el edema de la cavidad nasal se desarrolla comúnmente en pacientes posicionados en decúbito dorsal. La congestión nasal puede resultar en una obstrucción significativa de la vía aérea luego de la extubación (Clark-Price, 2013). Esta condición se caracteriza por un ronquido inspiratorio evidente, y si bien el edema suele resolverse por sí solo, en algunas ocasiones es necesario mantener al paciente intubado o volver a intubar aún ya estando completamente despierto y alerta (Muir & Hubbell, 2009).

Otra causa de obstrucción de la vía aérea superior es el desplazamiento del paladar suave dorsal a la epiglotis, provocando que el paladar ingrese a la laringe durante la inspiración (Wagner, 2009). La corrección de este defecto es simple mediante la inducción de deglución. Esto se logra por medio de la manipulación suave de la laringe o la re inserción del tubo endotraqueal (Muir & Hubbell, 2009). La parálisis aritenoidea o laríngea no es común y la causa es desconocida. El manejo puede requerir la inserción de un tubo nasotraqueal para mantener la permeabilidad de la vía aérea, aunque en casos graves los pacientes pueden requerir una traqueotomía. El edema

pulmonar secundario a la obstrucción de vía aérea superior es el resultado de hipoxia y una presión negativa intratorácica (Taylor & Clarke, 2007).

Dentro de la monitorización del paciente anestesiado como mínimo se debería observar el movimiento del tórax con cada ventilación y la profundidad anestésica (Lerche, 2013). Ahora bien, el posicionamiento del paciente en decúbito lateral o dorsal y la mayoría de fármacos anestésicos inducen un estado de hipoventilación (Degnall et al., 2022).. El examen que más información provee sobre el estado fisiológico del paciente es el análisis de gases arteriales, sin embargo, es un método poco accesible y no existe una evaluación continua del animal (Moens, 2013).

Por otro lado, la oximetría de pulso determina la oxigenación del paciente por medio de la medición de la saturación de la hemoglobina con oxígeno en sangre arterial (SPO<sub>2</sub>), con un sensor que comúnmente se ubica en la lengua o en el labio (Southwood, 2019). Durante procesos de anestesia general, el SPO<sub>2</sub> no debería bajar del 93%. La evaluación visual de mucosas no es un método efectivo para identificar procesos de desaturación de hemoglobina, y la cianosis puede recién ser evidente cuando el paciente alcanza saturaciones menores a 75% (Degnall et al., 2022). La capnometría, por otro lado, es la medición de presión parcial de dióxido de carbono al final de la espiración (EtCO<sub>2</sub>) (Grimm et al., 2015). No solo provee información sobre la ventilación, sino también de la circulación y metabolismo del paciente (Moens, 2013). En términos generales, la EtCO<sub>2</sub> debería mantenerse entre 35 y 45 mmHg (Taylor & Clarke, 2007).

A estas técnicas se le suma la medición de fracción inspirada de oxígeno ( $F_iO_2$ ), que puede alertar de un proceso hipóxico incluso antes que la oximetría de pulso detecte una desaturación de hemoglobina si la fracción inspirada de oxígeno no es la adecuada (Hubbell & Muir, 2014). La evaluación de la profundidad anestésica es fundamental para prever riesgos asociados a una sobredosis farmacológica. Signos importantes son un aumento en la frecuencia y superficialidad de la respiración, periodos de apnea o un patrón respiratorio Cheyne-Stokes, pulsos difíciles de palpar y signos oculares disminuidos (ausencia de reflejo palpebral o corneal, globo ocular en posición central) (Lerche, 2013).

### **Complicaciones musculoesqueléticas**

La recuperación anestésica puede ser una de las fases más problemáticas e impredecibles del plan anestésico en pacientes equinos. El instinto de fuga del equino en general no permite que este se mantenga en recumbencia por periodos largos de tiempo (Grimm et al., 2015). La mortalidad en pacientes equinos sanos por complicaciones durante la recuperación puede alcanzar valores de hasta el 32,6%, y probablemente es mayor en pacientes con enfermedades sistémicas (Clark-Price, 2013).

A diferencia de otras especies, el manejo anestésico de caballos en recuperación no solo involucra al paciente, sino también el espacio físico donde se despierta (Wagner, 2009).. En el ambiente intrahospitalario, el disponer de un cuarto de recuperación equipado con paredes acolchadas, pisos antideslizantes y en algunos casos cuerdas para asistir la incorporación del paciente; es fundamental para disminuir la tasa de incidencia de complicaciones como lesiones y fracturas (Taylor & Clarke, 2007).

La mayor parte de las fracturas se dan en huesos largos, vértebras cervicales o huesos de la base del cráneo; y conducen a la muerte instantánea del animal o a la subsecuente eutanasia (Dugdale & Taylor, 2016). Existe un mayor riesgo de fracturas en pacientes sometidos a fijación de fracturas previas o en pacientes con marcada fatiga física (caballos de mayor edad, preñados o con enfermedades sistémicas significativas) que requieren más ayuda para incorporarse en recuperación (Grimm et al., 2015).

La miopatía postanestésica se relaciona con una falla en la perfusión muscular intraoperatoria y en la entrega de oxígeno (Snyder & Wendt-Hornickle, 2013), y la etiología es variada: duración del periodo anestésico, estatus nutricional y peso del caballo, posicionamiento y sujeción del paciente, desbalances electrolíticos (hipocalcemia), hipoxemia, hipovolemia e hipotensión sistémica (Joubert et al., 2005). Esta patología comúnmente afecta el paquete muscular del tríceps cuando el paciente se encuentra en decúbito lateral, y el paquete muscular glúteo en decúbito dorsal. Los músculos afectados se perciben endurecidos, inflamados e hiperestésicos (Nixon, 2019). Es una condición marcadamente dolorosa, y comúnmente el paciente presenta sudoración excesiva, distrés, respiración forzada e intranquilidad general. En muchos casos se confunde esta miopatía con claudicaciones de origen neuropático, aunque muchas veces pueden ser patologías concomitantes (Lloyd et al., 2022).

Los exámenes sanguíneos en pacientes con PAM suelen revelar un aumento en los valores de las enzimas creatina quinasa (CK) y aspartato aminotransferasa (AST), aunque la ausencia de una elevación marcada de estos metabolitos no descarta el

diagnóstico. La liberación de mioglobina al torrente sanguíneo por destrucción de fibras musculares puede inducir daño renal en casos extremos (Taylor & Clarke, 2007).

La prevención de la miopatía postanestésica equina radica en garantizar la perfusión sanguínea homogénea de los paquetes musculares sometidos a presión sostenida durante el procedimiento quirúrgico. Para esto es fundamental mantener una presión arterial estable (detallado en la sección de complicaciones cardiovasculares) (Wagner, 2009). Además, el posicionamiento del paciente es clave. Se recomienda utilizar superficies acolchadas y proveer puntos de apoyo para extremidades que queden suspendidas en el aire. A esto se le suma el garantizar una correcta oxigenación de los tejidos por medio de un manejo correcto de la vía aérea y del proceso ventilatorio (Nixon, 2019).

### **Complicaciones neurológicas**

Las complicaciones neurológicas se manifiestan particularmente en la etapa de recuperación anestésica, pero tienen origen en la etapa perianestésica (Clark-Price, 2013). La degeneración de la médula espinal se asocia a un compromiso en la perfusión y oxigenación de esta estructura durante el proceso anestésico, aunque no se ha identificado la causa específica de este fenómeno. Los efectos detrimentales de la malacia medular no son evidentes hasta que el paciente se encuentra en la etapa de recuperación anestésica (Joubert et al., 2005).

El diagnóstico presuntivo se basa en signos clínicos como parálisis flácida y pérdida de sensibilidad profunda en miembros posteriores, acompañados de una

ausencia de tono anal (Lloyd et al., 2022). Es muy común que los pacientes adopten una posición de “perro sentado” al intentar incorporarse. El pronóstico es grave y termina en un deterioro progresivo a las 24-48 horas. No existen reportes de pacientes que se hayan recuperado de esta condición (Grimm et al., 2015). El diagnóstico definitivo se realiza mediante la examinación post mortem del paciente y se caracteriza por la identificación de cambios neuronales isquémicos en la médula espinal. La incidencia de esta enfermedad es baja y no se han desarrollado medidas preventivas (Muir & Hubbell, 2009). Algunos estudios han relacionado el uso de anestésicos inhalatorios, en particular el isoflurano, con una disminución en la perfusión sanguínea de la porción medular toracolumbar en equinos, lo que podría predisponer a una mielomalacia postanestésica (Brosnan, 2013).

Las neuropatías periféricas son menos comunes que las miopatías postanestésicas, aunque ambas patologías se presentan ante condiciones similares. En casos de neuropatías puras, a diferencia de las miopatías, no existe dolor. Las neuropatías periféricas más comunes son aquellas que afectan los nervios radiales, femorales y faciales (Furr & Reed, 2015). La parálisis del nervio facial suele ocurrir por compresión de la jáquima durante la anestesia. Incluso se reporta la parálisis laríngea como resultado de una sobreextensión del cuello cuando el paciente se encuentra en decúbito dorsal y el peso de la cabeza estira el nervio laríngeo recurrente. La prevención de las neuropatías periféricas sigue la misma lógica que la prevención del PAM (Wagner, 2009).

## **RECOMENDACIONES**

Estudios más amplios sobre los efectos farmacológicos y monitorización en anestesia equina podrían ser orientadores. Se conoce de manera limitada los mecanismos de acción y efectos secundarios de los medicamentos anestésicos en caballos, y faltan lineamientos generales que determinen la seguridad y correcta aplicación de estos en anestesia equina. Por otro lado, gran parte de las herramientas y técnicas de monitorización anestésica en equinos son extrapolados de otras especies, por lo que se requiere estudios que garanticen su utilidad en medicina de grandes especies.

## **CONCLUSIÓN**

La anestesia general es un campo en constante desarrollo, con un crecimiento exponencial en algunas especies y más lento en otras. Los beneficios de los procedimientos quirúrgicos tienen que superar enormemente el riesgo que supone la anestesia para su uso en la clínica diaria. En medicina equina, la tasa de mortalidad y morbilidad anestésica continúa siendo sustancialmente alta, sin mayores mejoras en los últimos 20 años. Las complicaciones asociadas con el proceso anestésico de caballos tienen una íntima relación con el gran tamaño de este animal, la alta complejidad en el manejo y posicionamiento del paciente, las limitaciones en el acceso a herramientas y métodos de monitorización efectivas, y el error humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boesch, J. (2013). Anesthesia for the Horse with Colic. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 193-214. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.005>

Brosnan, R. (2013). Inhaled Anesthetics in Horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 69-87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.006>

Clark-Price, S.C. (2013). Recovery of Horses from Anesthesia. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 223-242. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.001>

Cornick-Seahorn, J. (2004). Anesthesia of the critically ill equine patient. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*: 20, 127-149. doi:10.1016/j.cveq.2003.12.008

Degnall, C.; Khenissi, L.; Love, E. (2022). Monitoring techniques for equine anesthesia. *Equine Veterinary Education*: 34(12), 644-459. <https://doi.org/10.1111/eve.13581>

Dugdale, A.; Taylor, P. (2016). Equine anesthesia-associated mortality: where are we now? *Veterinary Anesthesia and Analgesia*: 43, 242-255. doi:10.1111/vaa.12372

Furr, M.; Reed, S. (2015). *Equine Neurology*. Segunda Edición. John Wiley & Sons.

Grimm, K.; Lamont, L.; Tranquilli, W.; Greene, S.; Robertson, S. (2015). *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Quinta Edición. Wiley Blackwell.

Hopster, K. (2018). Anesthesia-related equine fatalities: How good are we? *Equine Veterinary Journal*: 0, 1-2. <https://doi.org/10.1111/evj.12977>

Hubbell, J. (2008). A Review of the American College of Veterinary Anesthesiologists Guidelines for Anesthesia of Horses. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*: 54.

Hubbell, J.; Muir, W. (2014). Oxygenation, oxygen delivery and anesthesia in the horse. *Equine Veterinary Journal*: 47(1), 25-35. <https://doi.org/10.1111/evj.12258>

Joubert, K.; Duncan, N.; Murray, S. (2005). Post-anaesthetic myelomalacia in a horse. *Journal of the South African Veterinary Association*: 76(1), 36-39. doi: 10.4102/jsava.v76i1.392

Lerche, P. (2013). Total Intravenous Anesthesia in Horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 123-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.008>

Lloyd, F.; Dixon, C.; Kropf, J.; Bellitto, N.; Murison, P. (2022). Suspected severe post-anaesthetic myopathy or myelopathy in a Clydesdale horse resulting in euthanasia. *VetRecord: Case Reports*: 391(10). <https://doi.org/10.1002/vrc2.391>

Moens, Y. (2013). Mechanical Ventilation and Respiratory Mechanics During Equine Anesthesia. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 51-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.12.002>

Mosing, M.; Senior, J. (2017). Maintenance of equine anesthesia over the last 50 years: Controlled inhalation of volatile anesthetics and pulmonary ventilation. *Equine Veterinary Journal*: 50(3), 282-291. <https://doi.org/10.1111/evj.12793>

Muir, W.; Hubbell, J. (2009). *Equine Anesthesia: Monitoring and Emergency Therapy*. Segunda Edición. Saunders Elsevier.

Nixon, A. (2019). *Equine Fracture Repair*. Segunda Edición. John Wiley & Sons.

Sage, A.; Keating, S.; Lascola, K.; Schaeffer, D.; Clark-Price, S. (2018). Cardiopulmonary effects and recovery characteristics of horses anesthetized with xylazine–ketamine with midazolam or propofol. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*: 45(6), 772-781. doi: 10.1016/j.vaa.2018.07.005

Senior, J. (2013). Morbidity, Mortality, and Risk of General Anesthesia in Horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 1-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.007>

Senior, J. (2015). Barking up the wrong tree: Would international guidelines improve safety in equine anesthesia? *Equine Veterinary Journal*: 47, 14-15. doi: 10.1111/evj.12348

Skelding, A.; Valverde, A. (2020). Sympathomimetics in veterinary species under anesthesia. *The Veterinary Journal*: 258, 105455. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105455>

Snyder, L.; Wendt-Hornickle, E. (2013). General Anesthesia in Horses on Fluid and Electrolyte Therapy. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 169-178. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.009>

Southwood, L. (2019). Clinical insights: Equine anesthesia and analgesia. *Equine Veterinary Journal*: 51, 563-564. doi: 10.1111/evj.13147

Taylor, P.; Clarke, K. (2007). *Handbook of Equine Anesthesia*. Segunda Edición. Saunders Elsevier.

Valverde, A. (2013). Balanced Anesthesia and Constant-Rate Infusions in Horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 29, 89-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.004>

Wagner, A. (2009). Complications in Equine Anesthesia. *Veterinary Clinics: Equine Practice*: 24, 735-752. doi:10.1016/j.cveq.2008.10.002

Williams, D.; Aleman, M.; Brosnan, R.; Fletcher, T.; Holliday, T.; Tharp, B.; Kass, P.; Steffey, E.; LeCouteur, R. (2016). Electroencephalogram of Healthy Horses During Inhaled Anesthesia. *Journal of Veterinary Internal Medicine*: 30, 304-308. doi: 10.1111/jvim.13613