

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA VIDA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

FERNANDA MEIRELES DOS REIS

ANESTESIA GERAL EM POTROS

CAMPINAS

2020

FERNANDA MEIRELES DOS REIS

ANESTESIA GERAL EM POTROS

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado como exigência para obtenção do
título de Bacharel em Medicina Veterinária na
Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientadora: Prof. Dra. Mariana Santos de
Miranda

PUC-CAMPINAS

2020

Ficha catalográfica elaborada por Fabiana A Bracchi CRB 8/10221
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

Reis, Fernanda Meireles dos

Anestesia geral em potros / Fernanda Meireles dos Reis. - Campinas: PUC-Campinas, 2020.

48 f.: il.

Orientador: Mariana Santos de Miranda.

TCC (Bacharelado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Centro de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.

1. Anestesia. 2. Potro. 3. Neonato. I. Miranda, Mariana Santos de. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Medicina Veterinária. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

FERNANDA MEIRELES DOS REIS

ANESTESIA GERAL EM POTROS

Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado como requisito para obtenção do
grau de Bacharel no Curso de Graduação
em Medicina Veterinária, Faculdade de
Medicina Veterinária, Pontifícia
Universidade Católica de Campinas –
PUC-Campinas, pela banca examinadora:

Professor(a)-Orientador(a): _____

Prof. Dra. Mariana Santos de Miranda
Faculdade de Medicina Veterinária
PUC-Campinas

Membro: _____

Prof. Paula Cristina Guimarães Felix
Faculdade de Medicina Veterinária
PUC-Campinas

Membro: _____

Prof. Ms. Danielle Cristinne Baccarelli
Faculdade de Medicina Veterinária
PUC-Campinas

Campinas

2020

Dedico este trabalho aos meus pais, Emília e Antonio, por acreditarem em meus sonhos. Por me apoiarem em todos os momentos e por todos os conhecimentos compartilhados.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, com muito carinho, as seguintes pessoas:

Meus pais, Emília e Antonio, serem exemplos de vida, sonharem comigo, me ensinarem o significado de família e amor. Gostaria de agradecer não só por todo o apoio que me deram durante a faculdade, como também pela paciência e compreensão

Minha irmã Fabiana, pelo suporte incondicional, pela amizade e companheirismo. E meu irmão Emidio, pelo apoio e momentos que alegraram meus dias.

Aos meus cunhados Ricardo e Paula e aos meus sobrinhos Danilo, Luana, Fábio e Giovana, por garantirem alegria e amor por todos os momentos.

Meu namorado, Leonardo que mesmo longe sempre se fez presente, me apoiou e tornou toda essa trajetória especial. Agradeço pela paciência, suporte, amor, amizade e companhia em todos os momentos.

Ao meu gatinho, Gargamel, que sempre esteve comigo durante a faculdade, aos cavalos que me inspiraram a realizar este trabalho e a todos os animais.

Minhas amigas Anna Giulia e Gabrielle, por todos os momentos de alegria, risadas e dificuldades, que se farão inesquecíveis. Também a todos os meus amigos que marcaram de uma forma especial, diversos momentos e aos meus colegas de turma que fizeram parte da trajetória.

Minha professora orientadora, Mariana Miranda. Em especial, aos professores Paula Guimarães, Danielle Baccarelli e Paulo Griska, os quais tenho muita admiração. Também aos professores, João Flavio Martins, Marta Luppi, Michele Barros, Douglas Caragelasco, Diana Nascimento, Thaisa Gomig, Bruna Oliveira, Paulo Anselmo Felipe e Lívia Biazzo que contribuíram para a formação dos meus sonhos.

Obrigada a todos que passaram pela minha vida, levo um pouco de cada um comigo.

“A educação é a arma mais poderosa que você
pode usar para mudar o mundo”.

(Nelson Mandela)

RESUMO

Durante um procedimento anestésico, os equinos mais jovens possuem um risco de morte mais elevado do que os adultos. Diversas razões podem contribuir para essa afirmação, como o metabolismo imaturo e enfermidades. Desta maneira, é importante ter conhecimento da fisiologia do neonato e das características de cada classe de fármacos, para garantir um protocolo anestésico adequado e reduzir o risco de morte. O objetivo deste trabalho foi descrever as características fisiológicas do neonato relevantes para o procedimento anestésico, como a alta frequência cardíaca e respiratória, dependência da frequência cardíaca para regular o débito cardíaco, baixa pressão arterial média, dificuldade de termorregulação e imaturidade dos sistemas hepático e nervoso. Também teve como objetivo caracterizar as principais classes de medicamentos pré-anestésicos e anestésicos gerais intravenosos e inalatórios, relacionando-os com os principais efeitos que podem ocorrer em neonatos. Por fim, foi descrito algumas complicações trans anestésicas, como a hipotermia, hipotensão e hipoxemia causadas pelo metabolismo imaturo do neonato. A revisão de literatura buscou pesquisas feitas em neonatos, porém poucos estudos foram realizados sobre protocolos anestésicos e efeitos colaterais de fármacos utilizados na anestesia de potros.

Palavras-chave: anestesia; potro; neonato.

ABSTRACT

During an anesthetic procedure, younger horses have a higher risk of death than adults. Several reasons can contribute to this statement, such as immature metabolism and illnesses. Thus, it is important to have knowledge of the neonate's physiology and the characteristics of each class of drugs, to ensure an adequate anesthetic protocol and reduce the risk of death. The aim of this study was to describe the physiological characteristics of the neonate relevant to the anesthetic procedure, such as high heart and respiratory rate, dependence on heart rate to regulate cardiac output, low mean arterial blood pressure, difficulty in thermoregulation and immaturity of the hepatic and nervous systems. It also aimed to characterize the main classes of pre-anesthetic and general intravenous and inhaled anesthetics, relating them to the main effects that may occur in neonates. Finally, some trans anesthetic complications were described, such as hypothermia, hypotension and hypoxemia caused by the immature metabolism of the neonate. The literature review sought research on neonates, but few studies have been conducted on anesthetic protocols and side effects of drugs used in anesthesia in foals.

Keywords: anesthesia; foal; neonate.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros fisiológicos de equinos durante o desenvolvimento.....	21
---	----

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
2 PARTICULARIDADES FISIOLÓGICAS E SEMIOLÓGICAS DE POTROS	14
2.1 Sistema Cardiovascular.....	16
2.2 Sistema Respiratório	17
2.3 Sistema Nervoso	18
2.4 Termorregulação	19
2.5 Sistema hepático e renal	19
2.5 Componentes corporais	20
3 MEDICAÇÃO PRÉ ANESTÉSICA.....	22
3.1 Fenotiazinas.....	23
3.2 Benzodiazepinas	24
3.3 Agonistas α 2-adrenérgicos.....	26
3.4 Opioides.....	28
4 ANESTÉSICOS GERAIS	30
4.1 Anestésicos intravenosos.....	31
4.1.1 Barbitúricos.....	31
4.1.2 Propofol	32
4.1.3 Dissociativos.....	33
4.1.4 Alfaxalona.....	34
4.2 Anestésicos gerais inalatórios	35
5 PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES ANESTÉSICAS EM POTROS	38
5.1 Hipotensão	39
5.2 Hipoxemia	39
5.3 Hipotermia.....	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
7 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A revisão de literatura sobre anestesia geral de potros, buscou informações sobre as principais particularidades fisiológicas do organismo do cavalo recém-nascido, e os principais fármacos utilizados antes e durante a anestesia. Também relatou sobre as principais complicações que podem ocorrer durante o procedimento.

Os potros possuem um alto risco de morte durante e após um procedimento anestésico. As principais razões para tal, é a falta de conhecimento da fisiologia do neonato e das técnicas anestésicas adequadas para essa faixa etária. Além disso, grande parte dos procedimentos em neonatos ocorrem em situações emergenciais, onde o animal apresenta-se em uma situação debilitada, garantindo o insucesso do procedimento. Portanto, é de grande importância o conhecimento tanto da fisiologia como das técnicas anestésicas adequadas, para garantir o resultado esperado.

Os objetivos desse trabalho foram apresentar as principais características fisiológicas do neonato equino que são relevantes durante um procedimento anestésico; descrever as principais substâncias pré-anestésicas, como fenotiazinas, benzodiazepinas, fármacos agonistas de receptores α_2 -adrenérgicos e opioides, correlacionando-os com os efeitos relatados em potros e apresentar os principais anestésicos intravenosos e inalatórios, bem como, as complicações anestésicas mais comuns em razão da imaturidade do neonato.

A revisão bibliográfica foi feita através da análise e comparação de livros, artigos científicos presentes em revistas como a *Equine Veterinary Journal*, *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, entre outros e artigos e relatos de casos presentes em plataformas científicas como *Pubmed*, *Scielo* e *Elsevier*.

**2 PARTICULARIDADES FISIOLÓGICAS E SEMIOLÓGICAS
DE POTROS**

Ao passar por um procedimento anestésico, o cavalo jovem possui um risco de morte maior do que um equino adulto, segundo um estudo feito no Reino Unido por Johnston et al., (2002), em que avaliaram a taxa de mortalidade de cavalos com diversas faixas etárias, durante 7 dias após a anestesia, em aproximadamente 45 mil procedimentos anestésicos. Os autores concluíram que, potros com menos de 6 meses apresentam um risco maior, pois animais dessa faixa etária são frequentemente anestesiados para procedimentos de emergência e comumente possuem afecções concomitantes. Além disso, a falta de prática e conhecimento de técnicas anestésicas para cavalos jovens e uso de equipamentos de tamanhos inadequados contribuem para o crescimento do risco anestésico.

Há diversas razões para anestésiar um potro, dentre as causas mais comuns, os neonatos saudáveis podem necessitar de correções decorrentes de alterações congênitas, como deformidades angulares de membros, hérnias congênitas não estrangulativas, fenda palatina, entre outros. O uso de sedação e tranquilização é relevante, quando realizados procedimentos não invasivos, como tomografias, radiografias, endoscopias e em condutas clínicas. Diante disso, deve ser levado em consideração as particularidades anestésicas de um cavalo jovem (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015; ROBERTSON, 2005).

Os motivos emergenciais, como ruptura de bexiga, traumas e afecções gastrointestinais, também ocorrem com frequência. Nessas situações o animal comumente possui alterações concomitantes como desidratação, sepse, desequilíbrios acidobásicos e eletrolíticos e disfunção pulmonar. Desta forma, o protocolo anestésico e a monitoração transoperatória deve ser cautelosa, pois além de alterações fisiológicas que decorrem ao longo do amadurecimento do neonato, há alterações patológicas, que aumentam o risco anestésico (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015; ROBERTSON, 2005).

Para um maior sucesso na anestesia em potros e a diminuição do risco anestésico, é importante conhecer a sua fisiologia, a qual difere do cavalo adulto. Um equino é considerado potro desde o seu nascimento até os 36 meses de idade, quando seu desenvolvimento musculoesquelético está completo. Durante essa etapa, o corpo do potro está em constante adaptação e amadurecimento, principalmente nos primeiros dias de vida, quando o neonato deixa de ter uma vida fetal (CINTRA, 2018; KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004).

Entretanto no primeiro mês de vida, o neonato passa por diversas alterações fisiológicas, responsáveis pelo amadurecimento dos órgãos. Portanto, equinos nessa faixa etária possuem um risco de morte muito elevado, durante a anestesia, em razão da imaturidade dos órgãos responsáveis pelo metabolismo de fármacos. Ao alcançar aproximadamente os 5 meses de idade, o jovem cavalo já pode ser tratado como um adulto, durante a anestesia, pois já alcançou a maturidade dos órgãos necessários para realizar o metabolismo completo dos fármacos (DRIESSEN, 2019; JOHNSTON et al., 2002).

2.1 Sistema Cardiovascular

Durante o nascimento, o sistema cardiovascular sofre diversas mudanças de modo a adaptar a vida intrauterina para a extrauterina. Durante a vida fetal o oxigênio alcança a circulação sanguínea através do cordão umbilical e não dos pulmões, como acontece após o nascimento. Por essa razão, existem alguns mecanismos adaptados para aumentar a distribuição sanguínea oxigenada do feto. Exemplos desses recursos, são o ducto arterioso e o forame oval, que facilitam a circulação do sangue e impedem que se desvie para o pulmão (KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004).

Após o parto até aproximadamente 3 dias de vida, o forame oval e o ducto arterioso devem estar fechados, pois a expansão do pulmão pós-parto, diminui a resistência vascular pulmonar e permite a circulação de sangue nos pulmões. Neste período é possível auscultar sopros cardíacos fisiológicos, causados pela passagem do fluxo sanguíneo pelo forame oval (DUNLOP, 1994; ROBERTSON, 2005). Em casos de hipoxemia, acidose metabólica e hipotermia esses mecanismos podem reabrir, revertendo para uma circulação fetal e provocar alterações pulmonares importantes (PARADIS, 2006).

O débito cardíaco (DC) é caracterizado pelo volume de sangue ejetado do coração por minuto e é controlado pela frequência cardíaca e volume sistólico, porém em potros neonatos, com menos de 1 mês de idade, entende-se que o DC depende apenas da frequência cardíaca. Por conseguinte, é importante uma atenção detalhada na anestesia, pois esse parâmetro, demonstrado na Tabela 1, é significativo para verificar a distribuição sanguínea, nutrição e oxigenação das células. Além disso,

durante procedimentos anestésicos, muitos fármacos como α 2- adrenérgicos, costumam minimizar a frequência e conseqüentemente o débito cardíaco, que pode resultar em hipóxia celular (DRIESSEN, 2019; ROBERTSON, 2005).

Em potros saudáveis a frequência cardíaca (FC) média, no primeiro mês de vida, é de 100 bpm, acredita-se que o valor é elevado comparado ao adulto devido a dependência da frequência cardíaca para manter o débito cardíaco, pois há uma dificuldade em aumentar a contratilidade do miocárdio e uma imaturidade no sistema nervoso simpático. A frequência cardíaca diminui conforme o animal cresce e alcança uma maturidade, como demonstrado na Tabela 1. Aos 2 a 3 meses de idade a média é de 60 a 70 bpm, até alcançar a FC equivalente a de um cavalo adulto (DRIESSEN, 2019; FISCHER; CLARK-PRICE, 2015; ROBERTSON, 2005;).

A pressão arterial média (PAM) em neonatos, costuma ser mais baixa do que em adultos, em razão da alta frequência cardíaca. Em média, a PAM no primeiro mês de vida de cavalos é de 80 a 120 mmHg, e conforme a FC diminui, a PAM aumenta, até alcançar os valores de um adulto, como demonstrado na Tabela 1 (DRIESSEN, 2019; DUNLOP, 1994). A baixa PAM também ocorre devido a imaturidade do sistema nervoso simpático, que controla a constrição dos vasos sanguíneos. Com o amadurecimento do neonato, há um aumento da resistência vascular e conseqüentemente aumento da pressão arterial (BIDWELL, 2013; DRIESSEN, 2019).

2.2 Sistema Respiratório

Assim como no sistema cardiovascular, o sistema respiratório está em maturação nos primeiros meses de vida do potro, desta forma a frequência respiratória (FR) apresenta valores aumentados, em comparação com animais adultos. Quando nasce, o neonato alcança aproximadamente 60 a 80 rpm, como demonstrado na Tabela 1 e ao longo da quarta a sexta semana diminui para 30 a 40 rpm, sendo que a partir do terceiro mês de vida os parâmetros se assemelham ao do equino adulto (DRIESSEN, 2019).

O número de ventilações por minuto, em neonatos, também é mais elevado, pois há uma grande demanda de oxigênio, devido à alta taxa metabólica. Logo, quando é utilizado anestésicos inalatórios, a concentração alveolar dessa substância

ocorre aceleradamente, o que resulta em uma rápida indução da anestesia (DUNLOP, 1994; GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017).

Em adição, a parede torácica de potros neonatos é muito complacente, o que resulta em um grande esforço durante a inspiração e expiração, resultando em uma ventilação inadequada. Além disso, a reserva funcional pulmonar é diminuída em neonatos, essa definição indica a quantidade de oxigênio que permanece no pulmão após uma expiração. Esses fatores amplificam os riscos de hipóxia e fadiga respiratória, portanto pacientes com obstruções em vias respiratórias e doenças do sistema pulmonar, devem ser monitorados com mais relevância (GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017; KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004).

Em estudo realizado por Lascola et al. (2013), foi descrito, que os pulmões de potros com menos de 7 dias de idade podem apresentar áreas com atelectasia, além de ocorrer má ventilação pulmonar. Os mesmos autores acreditavam que esses eventos ocorriam devido ao acúmulo remanescente de líquidos pulmonares fetais.

Em relação ao posicionamento do paciente, durante o procedimento cirúrgico, autores relataram a indiferença entre o decúbito lateral esquerdo e direito, e apresentaram vantagens no decúbito dorsal, pois aumenta os valores de oxigênio arterial (BRAUN; VET; TRIM, 2009).

2.3 Sistema Nervoso

O Sistema Nervoso de um neonato quando nasce ainda está em processo de desenvolvimento. Durante a vida gestacional, os neurônios e as células da glia se diferenciam mais tardiamente do que outras células do sistema nervoso e comumente a bainha de mielina está incompleta. Essas características resultam em impulsos nervosos com transmissão mais demorada do que em cavalos adultos, e causam uma resposta à estímulos sensoriais ausente ou mais lenta, porém a analgesia não deve ser desprezada (DRIESSEN, 2019). O cerebelo, responsável pelo equilíbrio e pela coordenação motora é mais desenvolvido em neonatos equinos, do que neonatos de espécies diferentes, entretanto ainda não está desenvolvida como em adultos (SISKEN et al., 1993).

É possível observar uma imaturidade do sistema nervoso simpático, no neonato, que se manifesta através de respostas inadequadas aos barorreceptores

durante uma vasodilatação, resultando em uma hipotensão e conseqüentemente dificuldade em regular a temperatura corpórea, devido a facilidade em perdas de calor. Em adição, a permeabilidade da barreira hematoencefálica apresenta-se aumentada, desta forma há maior probabilidade de um fármaco, tanto pré-anestésico como anestésico, exceder ao encéfalo (BAGGOT; SHORT, 1984; GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017).

2.4 Termorregulação

O neonato é mais susceptível a hipotermia, pois possui uma fina camada de gordura, uma pele delgada e a superfície do corpo muito grande em relação ao peso corpóreo. Além disso, outro mecanismo utilizado para aquecer o corpo é através de tremores musculares, pois estimulam a produção de calor. Essas características demandam que o potro necessite de uma alta quantidade de energia para manter a normotermia, que deve variar entre 37,2 a 38,6°C, como demonstrado na Tabela 1 (BAGGOT; SHORT, 1984; FEITOSA, 2014).

Durante a anestesia, muitos fármacos podem influenciar no controle da termorregulação no hipotálamo e pré-anestésicos como a acepromazina, causam vasodilatação, que gera perdas de calor. Relaxantes musculares, também podem influenciar na redução da temperatura corpórea. Logo, é importante monitorar a temperatura corporal do neonato durante a cirurgia, de maneira a que não haja situações de hipotermia (ROBERTSON, 2005).

2.5 Sistema hepático e renal

A grande parte dos fármacos, com exceção de anestésicos inalatórios, são metabolizados no fígado, porém esse órgão ainda está em desenvolvimento nas primeiras doze semanas de vida. Algumas das principais vias que metabolizam fármacos, como a oxidação microssomal e glicuronidação possuem uma quantidade de enzimas reduzidas. Desta forma o tempo de meia-vida do fármaco aumenta, ou seja, o tempo que o fármaco permanece no organismo é maior comparado a metabolismos hepáticos completamente desenvolvidos. (BAGGOT; SHORT, 1984; BAGGOT, 1994).

Tabela 1- Parâmetros fisiológicos de equinos durante o desenvolvimento

Parâmetros fisiológicos	24 horas de vida	1 semana de vida	2 semanas de vida	4 a 6 semanas de vida	Equinos adultos
FC (bpm)	80-120	80-140	82-124	73-95	28-40
DC (mL/min/kg)	268-274	169-281	155-303	127-207	52-86
FR (mpm)	40-60	35-51	27-49	23-45	8-16
PAM (mmHg)	77-91	80-120	90-110	100-129	100-125
Temperatura (°C)	37,0-39,0	37,2-38,9	37,2-38,9	37,2-38,9	37,5-38,5

Fonte: adaptado de Feitosa (2014), Driessen (2019), Paradis (2006)

Legenda: FC- frequência cardíaca; DC- débito cardíaco; FR- frequência respiratória; PAM- pressão arterial média.

Os rins participam ativamente da excreção da maioria dos fármacos, sendo um importante órgão da farmacocinética, pois filtra as partículas de fármacos no sangue. Apesar de seu desenvolvimento não estar completo quando o potro nasce, acredita-se que em 2 a 4 dias de vida o neonato já possui uma função renal adequada, diferente do que ocorre em filhotes de cães e humanos (BAGGOT, 1994). Deste modo, acredita-se que os rins do equino neonato possuem uma maturidade equivalente aos rins do animal adulto (HOLDSTOCK; OUSEY; ROSSDALE, 1998).

2.5 Componentes corporais

Em neonatos recém nascidos, com menos de um dia de vida, o volume de água corpórea total e de fluidos extracelular é proporcionalmente maior do que em adultos (FIELDING; MAGDESIAN; EDMAN, 2011). Essa proporção irá diminuir conforme o crescimento do animal nos primeiros 12 meses de vida, e permanece estável a partir

desta idade (SPENSLEY; CARLSON; HARROLD, 1987). O conhecimento da quantidade de líquidos extracelulares é importante, pois irá influenciar na distribuição do fármaco na corrente sanguínea (GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017).

Como já dito, a porcentagem de gordura corpórea em potro é mais baixa do que em adultos. Essa característica, além de facilitar a perda de temperatura corpórea, irá alterar a distribuição dos medicamentos. Os fármacos terão menos tecido adiposo para se depositar, resultando em uma elevada concentração de fármacos livres na corrente sanguíneas. Conseqüentemente, os compostos farmacológicos terão uma duração menor, com uma concentração de fármaco elevada, podendo resultar em efeitos tóxicos (FLÓRIO; SOUSA; GÓRNIK, 2017; GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017; MURRAY et al., 2006).

Estudos concluíram que neonatos de até 72 horas de vida possuem valores de albumina inferiores aos de adultos (DUNCAN et al., 2020; RUNK et al., 2000). A albumina, dentre outras funções, é uma proteína sanguínea importante durante a distribuição de substâncias farmacológicas, pois ligam-se aos fármacos de modo reversível e diminuem a concentração sérica da substância temporariamente. Quando as proteínas plasmáticas estão diminuídas, a concentração de fármacos livres na corrente sanguínea aumentará, pois não estarão ligadas a albumina, resultando em um efeito medicamentoso potencialmente tóxico, se não estiver na dose adequada (FLÓRIO; SOUSA; GÓRNIK, 2017).

Pesquisas demonstraram que os níveis de glicose sérico em neonatos equinos comumente não alcançam valores considerados hipoglicêmicos, entretanto em situações que o paciente apresenta situações críticas como sepse, é possível observar alterações como hipoglicemia ou extrema hiperglicemia, no potro. Deste modo, esse parâmetro deve ser avaliado em procedimentos anestésicos, principalmente quando o paciente não está saudável (BERRYHILL et al., 2019; HOLLIS et al., 2008).

3 MEDICAÇÃO PRÉ ANESTÉSICA

O exame clínico completo deve ocorrer antes do procedimento anestésico, para identificar o estado geral do equino neonato e garantir uma anestesia de sucesso. Uma anamnese detalhada é importante para identificar o histórico de medicação e possíveis alterações ou comorbidades. Em adição, é preciso examinar com atenção o sistema cardiovascular, pulmonar e neurológico, considerando os parâmetros fisiológicos específicos da idade do paciente. Também deve-se realizar exames complementares, como hemograma, perfil bioquímico, eletrocardiograma, mensuração de pressão arterial, entre outros que forem considerados importantes durante o exame físico. Essa conduta garante o conhecimento necessário para elaborar um protocolo de fármacos adequado para cada animal (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015).

As medições pré-anestésicas são amplamente utilizadas na anestesia geral de animais, tem a função de sedar ou tranquilizar o animal, diminuindo a irritabilidade, apreensão e agressividade, potencializar a ação de anestésicos, bem como diminuir efeitos indesejados causados pelos mesmos, como excitação e sialorreia (MASSONE, 2018).

3.1 Fenotiazinas

Essa classe de fármacos é utilizada na medicina veterinária como tranquilizante pré-anestésico e na medicina humana como antipsicóticos e antieméticos. A acepromazina, tranquilizante usual na clínica de equinos, atua como antagonista dos receptores de dopamina, provocando uma diminuição da excitação e da atividade motora. Além disso, bloqueia os receptores alfa adrenérgico, promovendo uma redução da pressão arterial, devido a vasodilatação e conseqüentemente diminuição da temperatura corpórea. É conhecido, também, suas ações no bloqueio dos receptores muscarínicos, histamínicos e serotoninérgicos (RANKIN, 2017).

Em cavalos adultos a utilização de acepromazina é comum, pois seu uso reduz o risco de morte durante e após a anestesia, quando comparado com outras medicações pré-anestésicas, devido a uma ação protetora da bradicardia. (JOHNSTON et al., 2002). Entretanto, sua utilização em potros com menos de 1 mês

de idade, não é indicada, pois pode causar hipotensão e hipotermia, devido ao metabolismo imaturo (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015; RANKIN, 2017).

Outro fator que pode reforçar a desvantagem da utilização da acepromazina nessa categoria é a longa duração da sedação e a ausência de fármacos reversores. Apesar das desvantagem, se a medicação for administrada, a dose recomendada para cavalos jovens é de 0,02-0,05 mg/kg por via intramuscular, agregado com uma monitoração cautelosa (DRIESSEN, 2019; RANKIN, 2017; ROBERTSON, 2005).

3.2 Benzodiazepinas

Os fármacos pertencentes a esta classe, como midazolam e diazepam, são ansiolíticos, capazes de provocar uma ligeira depressão do sistema nervoso central (SNC), relaxamento muscular, efeitos anticonvulsivantes, hipnose e amnesia. São utilizados na veterinária em associação com outros fármacos, para protocolos pré-anestésicas e indução anestésica. A inibição do SNC ocorre devido ao aumento da afinidade dos receptores GABA_A pelo neurotransmissor GABA, causando uma hiperpolarização das membranas celulares pós-sinápticas, diminuindo o potencial de ação dos neurônios do SNC (MASSONE, 2018; RANKIN, 2017).

Em cavalos adultos as benzodiazepinas não possuem grande capacidade sedativa, porém em potros com menos de 2 semanas de idade a sedação ocorre mais intensamente (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015). É importante ter conhecimento que essa classe não possui efeito analgésico e foi descrito ação antagonista de analgésicos opioides, ou seja, tem a capacidade de diminuir ou inativar os efeitos analgésicos (GEAR et al., 1997). Em contrapartida é importante ressaltar a existência de um antagonista benzodiazepínico, capaz de promover reversão dos efeitos ansiolíticos e tranquilizantes, sendo o flumazenil utilizado na dose de 0,025 a 0,1 mg/kg, por via intravenosa (DRIESSEN, 2019; MASSONE, 2018).

O diazepam é bastante utilizado como anticonvulsivante e relaxante muscular, em associação com cetamina diminuindo os seus efeitos excitatórios e ainda em associação com propofol reduzindo a sua dose. Acredita-se que a concentração alveolar mínima (CAM) de anestésicos inalatórios, como isoflurano, é reduzida quando associado com diazepam (RANKIN, 2017). O diazepam na dose de 0,2 mg/kg foi

utilizado em potros de 7 a 15 dias de idade, para indução anestésica com cetamina e isoflurano e apresentou reduções hemodinâmicas, como pressão arterial média e frequência cardíaca, quando comparado com indução de cetamina com xilazina. Essa associação garantiu uma boa sedação e recuperação anestésica, sem efeitos adversos significativos (KERR et al., 2009).

Em relação ao midazolam, o diazepam possui algumas desvantagens durante seu uso, pois é lipossolúvel e necessita ser administrado combinado com uma solução de propilenoglicol e etanol, de modo a que a administração intravenosa deve ser lenta. Além disso não deve ser exposto a luz por longos períodos pois pode aderir ao plástico. Em contrapartida, a hidrossolubilidade do midazolam, permite a sua administração sem objeção. Em adição, o midazolam apresenta efeitos tranquilizantes mais potentes, porém com duração mais curta que o diazepam (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015; MARQUES; PEREIRA; MARQUES, 2009; RANKIN, 2017).

O midazolam já foi descrito para o uso concomitante com cetamina e medetomidina em anestesia intravenosa total de potros, na dose de 0,12-0,72 mg/kg, resultando em poucas alterações hemodinâmicas, mínima alteração da frequência respiratória e oxigenação sanguínea (PRATT et al., 2019). Outros autores afirmam que o midazolam não causou alterações respiratórias e cardiovasculares nos potros e teve efeito tranquilizante e ansiolítico após 15 minutos da administração intramuscular. Efeitos como ataxia, abaixamento da cabeça, indiferença ao ambiente foram observados na dose de 0,2 mg/kg (MARQUES; PEREIRA; MARQUES, 2009).

Estudos demonstraram que o midazolam pode causar alterações no sistema imunológico de cavalos adultos. Alterações dose-dependentes aconteceram, como a redução de neutrófilos no sangue periférico e redução dos macrófagos do líquido peritoneal. Além disso, foi observado dificuldade de neutrófilos e macrófagos fagocitarem *Staphylococcus aureus*, bactéria que foi induzida durante o estudo. Em suma, é importante conhecer esses efeitos em cavalos adultos, pois desta forma o uso de midazolam em pacientes imunodeprimidos deve ser usado com maior atenção (MASSOCO; PALERMO-NETO, 2003).

3.3 Agonistas α 2-adrenérgicos

Os fármacos agonistas dos receptores α 2-adrenérgicos possuem efeitos sedativos, analgésicos e miorelaxantes. Os principais medicamentos usados dessa classe são a xilazina, detomidina, medetominina, romifidina e dexmedetomidina. Atuam se ligando aos receptores α 2-adrenérgicos, presentes por todo o organismo, diminuindo a liberação de noradrenalina e reduzindo a atuação do sistema nervoso simpático. São conhecidos 4 tipos de receptores α 2-adrenérgicos, como o receptor α 2A e o α 2B e cada um está localizado em um determinado local, por exemplo o receptor α 2A está presente no córtex cerebral e no tronco encefálico, o α 2B presente na medula espinhal e endotélio vascular. Sendo assim, causam sedação, analgesia, bradicardia, hipotensão e vasoconstrição periférica (RANKIN, 2017; VALVERDE, 2010).

O uso dessa classe em potros é indicado após o primeiro mês de vida, pois a partir dessa idade os jovens cavalos começam a não aceitar a contenção física e ficam mais nervosos (DRIESSEN, 2019). Além disso, não são recomendados nessa faixa etária, visto que os fármacos α 2 agonistas causam alguns efeitos adversos que podem ocorrer ao longo da sedação, como diminuição da frequência cardíaca e consequente diminuição do débito cardíaco. Em animais neonatos, esse efeito é prejudicial devido a dependência da frequência cardíaca para regular o débito cardíaco (GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017). Também pode ocorrer aumento da pressão arterial média, seguido por hipotensão, possível bloqueio atrioventricular de grau II e bradipnéia. Essas alterações já foram relatadas tanto em animais adultos como neonatos (CARTER et al., 1990).

A xilazina é um fármaco muito utilizado em equinos adultos e neonatos, pode ser administrado como pré-anestésico, durante a indução da anestesia e para a anestesia geral intravenosa. A sedação e analgesia, costumam ocorrer de 5 a 10 minutos após sua administração na dose de 0,6-1,1 mg/kg por via intramuscular ou 0,2-0,5 mg/kg por via intravenosa, em equinos. Os principais efeitos adversos observados são alterações cardíacas, respiratórias e diminuição da motilidade intestinal, tanto em potros como em animais adultos. Já o bloqueio atrioventricular de grau II, habitual em equinos adultos, não costuma ser observado em potros com 2 a 3 meses de idade. Devido aos efeitos adversos, o uso não é recomendado para

neonatos com alterações respiratórias e hipovolemia prévias (CARTER et al., 1990; DRIESSEN, 2019; RANKIN, 2017).

A detomidina também é comumente utilizada para medicação pré-anestésica, causa relaxamento muscular após, aproximadamente, 5 minutos da aplicação intramuscular. Em potros foi descrito alterações importantes na dose de 0,02 mg/kg, como bloqueio atrioventricular de segundo grau, bradicardia e hipertensão arterial logo após a administração (MARQUES; PEREIRA; MARQUES, 2009).

Romifidina apresenta uma sedação e analgesia mais potente que a xilazina, e é possível observar bradicardia, bradipneia, diminuição da motilidade intestinal e ataxia (NAYLOR; GARVEN; FRASER, 2005). Em um estudo feito em potros da raça Árabe, foi administrado romifidina na dose de 0,08 mg/kg, resultando em diminuição da frequência cardíaca, porém sem alterações significativas no débito cardíaco (PEREIRA et al., 2004). Doses de 0,02-0,07 mg/kg por via intramuscular ou intravenosa também foram descritas para potros (KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004).

Foi comparado o uso de medetomidina e dexmedetomidina em equinos adultos, para sedação e manutenção da anestesia junto com isoflurano. As doses de dexmedetomidina e medetomidina foram, respectivamente, 3,5 µg/kg e 7 µg/kg para sedação e 1,75 µg/kg/h e 3,5 µg/kg/h para manutenção anestésica. Durante a cirurgia ambos os protocolos apresentaram alterações cardiopulmonares similares, porém a recuperação anestésica com dexmedetomidina apresentou melhores resultados (SACKS et al., 2017).

A dexmedetomidina foi descrita em laparotomias de potros com 8 a 33 dias de idade. O fármaco foi utilizado na dose de 3-7 µg/kg com a finalidade de sedação e na dose de 1 µg/kg/h para manter a anestesia, juntamente com alfaxalona e remifentanila. As principais alterações observadas foram diminuição do débito cardíaco, hipotermia e diminuição gradual da glicose sérica durante o procedimento. O plano anestésico não permaneceu muito profundo, porém com a monitoração adequada foi possível realizar as cirurgias sem complicações. A recuperação anestésica foi demorada e em alguns casos foi necessário a administração de antagonistas α₂-adrenérgicos (JONES et al., 2019).

Os antagonistas α 2-adrenergicos são utilizados para reverter os efeitos causados pelos fármacos dessa classe. Os principais fármacos reversores utilizados são o atipamezole na dose 0,05-0,1 mg/kg por via intramuscular ou intravenosa, bem como a ioimbina na dose 0,1-0,2 mg/kg por via intramuscular ou intravenosa (DRIESSEN, 2019).

3.4 Opioides

Os fármacos dessa classe atuam nos receptores opioides presentes por todo o organismo, como cérebro, medula espinhal, trato gastrointestinal, trato urinário, útero e leucócitos. Essas substâncias bloqueiam os receptores opioides mu (μ), kappa (κ) ou delta (δ) resultando na hiperpolarização dos neurônios nociceptivos, diminuindo a transmissão de sinais nervosos na medula. Deste modo, os fármacos opioides tem como principal efeito a analgesia. Também é possível observar uma sedação dose dependente e possível excitação, assim como diminuição da frequência cardíaca, depressão respiratória, efeitos antitussígenos e no trato gastrointestinal (KUKANICH; WIESE, 2017).

Pela ação sedativa e analgésica os opioides são muito utilizados em protocolos pré-anestésicos em associação com fenotiazinas e agonistas α 2-adrenérgicos. Existem diversos fármacos opioides derivados sinteticamente da morfina, como a meperidina, fentanila, afentanila, remifentanila, buprenorfina, butorfanol, metadona, tramadol, entre outros que são utilizados na medicina veterinária (KUKANICH; WIESE, 2017; MASSONE, 2018).

A buprenorfina foi avaliada em nove potros na idade de 2 dias e 11 dias, na dose de 10 μ g/kg por via IM. O estudo observou que esse opioide causou boa sedação e analgesia porém, também proporcionou um pequeno grau de excitação e taquicardia nos animais pesquisados (RISBERG et al., 2015). A administração da buprenorfina por via sublingual em potros não demonstrou ações sedativas (GRUBB et al., 2019).

Fentanila é um agonista de receptor mu opioide, comumente utilizado na medicina veterinária. Foi realizado um estudo com oito potros entre 5 e 13 dias de vida administrando doses crescentes de fentanila por via intravenosa e concluiu-se que a

dose recomendada para neonatos é de aproximadamente 4,0 µg/kg. Doses elevadas resultaram em taquicardia, rigidez muscular e alteração de parâmetros hematológicos (KNYCH et al., 2015a). Outra pesquisa realizada com a administração do mesmo fármaco em nove potros entre 6 a 42 dias de vida concluiu que a dose de 4,0 µg/kg por via IV é tolerada em todas as idades estudadas e causa sedação adequada (KNYCH et al., 2015b).

O butorfanol é um fármaco agonista dos receptores mu e kappa opioide e em um estudo demonstrou ações sedativas, em seis potros avaliados, após a administração do mesmo na dose de 0,05 mg/kg por via IV e IM. Além da sedação foi observado bradipneia moderada, diminuição da temperatura corpórea e redução da motilidade do trato gastrointestinal (ARGUEDAS et al., 2008). Outra pesquisa demonstrou uma sedação satisfatória na dose de 0,05 mg/kg em potros de aproximadamente 12 dias de idade (GOODWIN et al., 2012). Também foi descrito que o butorfanol possui ações analgésicas confiáveis na dose de 0,1 mg/kg (MCGOWAN et al., 2013).

A remifentanila teve seu uso relatado em associação com dexmedetomidina e alfaxalona em seis potros entre 8 e 33 dias de idade, com a função de manter a anestesia total intravenosa, na taxa de infusão contínua de 3,0 µg/kg/h (JONES et al., 2019). Esse opioide também foi descrito em uso de equinos adultos para analgesia transoperatória e não foi observado efeitos adversos (BENMANSOUR; DUKE-NOVAKOVSKI, 2013; BENMANSOUR et al., 2014).

Uma das vantagens do uso de opioides é a possibilidade de reversão total em casos de efeitos não desejáveis, com a utilização de antagonistas opioides, como a naloxana na dose de 0,001 a 0,04 mg/kg por via IV. Entretanto é recomendado que seja administrados doses baixas, pois pode promover convulsões e sinais de dor aguda como taquicardia, hipertensão, arritmias cardíacas, entre outros (KUKANICH; WIESE, 2017).

4 ANESTÉSICOS GERAIS

4.1 Anestésicos intravenosos

Um anestésico injetável é frequentemente administrado em animais para induzir a anestesia e associá-la a anestésicos inalatórios ou então, para induzir e manter o estado anestésico, conhecido como anestesia intravenosa total. Para manter o estado de inconsciência com anestésicos injetáveis, é necessário que o fármaco seja administrado por infusão contínua (BERRY, 2017).

Um fármaco injetável ideal deve possuir diversas características, entre elas, deve ser hidrossolúvel, com alto prazo de validade, estável a luz e ao calor, com alta margem de segurança e não apresentar alterações inesperadas e fatais. Além disso deve causar relaxamento muscular, analgesia e depressão do sistema nervoso. Entretanto nenhuma substância conhecida, possui todas as características desejáveis, desta forma o médico veterinário deve escolher conforme a situação do paciente e gosto pessoal, de maneira a trazer maiores benefícios (BERRY, 2017).

4.1.1 Barbitúricos

Substâncias derivadas do ácido barbitúrico, possuem efeitos depressores do sistema nervoso central. Os efeitos ocorrem devido a uma interação com o receptor GABA_A, que aumenta a condução transmembrana de cloreto, causando hiperpolarização em células pós-sinápticas e inibição das mesmas. Além da perda de consciência e hipnose, os barbitúricos reduzem o fluxo sanguíneo cerebral e a pressão intracraniana, são anticonvulsivantes, podem reduzir a temperatura corporal, causar depressão cardiovascular e respiratória (MASSONE, 2018).

O tiopental é o principal anestésico barbitúrico utilizado na medicina veterinária e é classificado como tiobarbitúrico de ação ultracurta, de forma que sua ação tem início em 15 a 30 segundos após a administração. Comumente é aplicado após uma sedação com agonistas de receptores α_2 -adrenérgicos, de modo a prevenir a excitação e incoordenação motora esperada em equinos. Em procedimentos dolorosos deve ser utilizada uma analgesia adequada, pois essa classe de substâncias não inibe a nocicepção (BERRY, 2017).

Em equinos adultos, estudos foram feitos com a dose de 4,0 mg/kg por via intravenosa, como indutor anestésico. Foi observado alterações cardiovasculares, como diminuição da pressão arterial e mínimas alterações na frequência e débito cardíaco, também houve alterações respiratórias, como taquipneia e apneia. A rigidez muscular e ataxia é observado em animais que não receberam uma medicação pré-anestésica adequada. Além disso, os equinos demoraram para se recuperar da anestesia, permanecendo na posição esternal por aproximadamente 30 a 50 minutos (TOKUSHIGE et al., 2019; WAKUNO et al., 2017).

Existe pouca literatura relatando o uso de tiopental em potros de até 1 mês de idade. O seu uso não é recomendado em neonatos em função da sua imaturidade cardíaca, hepática e renal, também devido ao longo tempo de recuperação pós-anestésica. Entretanto, potros com mais de 1 mês de vida, já possuem capacidade metabólica para o uso de tiobarbitúricos, e estes são recomendado em casos de convulsões e traumas cranioencefálicos, para a indução anestésica na dose de 4 a 6 mg/kg por via intravenosa. Ainda assim, seu uso deve ser avaliado, e considerar outras opções terapêuticas (DRIESSEN, 2019).

4.1.2 Propofol

Esse fármaco é o principal anestésico intravenoso utilizado na medicina veterinária e em humanos, tem como função a sedação, indução e manter a anestesia intravenosa total. Essa substância causa um estado de depressão do sistema nervoso central e atua através da ação agonista de receptores GABA_A e pela inibição de receptores NMDA (N-metil-D-aspartato). Além de causar perda de consciência, o propofol possui ações anticonvulsivante e relaxante muscular, entretanto não produz analgesia. Em relação aos efeitos adversos pode ocorrer diminuição da pressão arterial, redução da frequência respiratória e apneia (BERRY, 2017; BORA, 2016).

Um estudo que avaliou o uso de propofol em 19 equinos, dentre eles 9 potros, concluiu que a necessidade de propofol, para uma boa sedação, é mais elevada em animais imaturos, ou seja, a dose de propofol para neonatos deve ser maior do que em animais com metabolismo maduro. A dose utilizada para a indução anestésica foi de 2 mg/kg, entretanto 3 dos 9 potros apresentaram reflexo de deglutição e movimento de cabeça, desta forma foi necessário aumentar a dose. O propofol foi utilizado em

associação com cetamina e lidocaína para manter a anestesia intravenosa, em função disso a taxa de infusão média foi de 0,165 mg/kg/min, valor mais elevado se comparado com a taxa administrada para animais adultos (BORA, 2016).

Foi relatado o uso de propofol para a indução anestésica de um potro de 15 dias de idade, para realizar correção de deformidade angular. A dose utilizada foi de 4 mg/kg de propofol e permitiu uma intubação adequada, com ausência de reflexos de deglutição (PAULIN, 2017).

Além da rápida indução anestésica a recuperação desses procedimentos é, comumente, tranquila e rápida. Essas ações ocorrem devido a rápida distribuição e rápida eliminação do propofol nos potros (BARONI et al., 2000). Foi relatado que, o tempo de recuperação anestésica está relacionado com a duração da anestesia, ou seja, quanto mais longo o procedimento, mais longo o período de recuperação. Em alguns casos, foi descrito hipersensibilidade tátil e auditiva, enrijecimento dos membros torácicos, tremores musculares e movimentos de pedalagem, durante a recuperação anestésica (BORA, 2016).

4.1.3 Dissociativos

Anestesia dissociativa é caracterizada pela utilização de substâncias derivadas da fenciclidina, como cloridrato de cetamina e cloridrato de tiletamina e são capazes de causar alterações no sistema límbico e na região tálamo cortical, alterando o estado de consciência do animal. Desta forma os anestésicos dissociativos deprimem os estímulos sensoriais aferentes do tálamo e concomitantemente estimulam regiões límbicas responsáveis por estimulação psicomotora. (BERRY, 2017; MASSONE, 2018)

Essa classe farmacológica atua como antagonista, dose dependente, de receptores NDMA, de forma a impedir a ligação do glutamato e conseqüentemente reduzir o tempo e a frequência da abertura de canais de cálcio, diminuindo os estímulos excitatórios de neurônios pós-sinápticos. Desta forma esses fármacos causam um estado de catalepsia, analgesia visceral e podem causar rigidez muscular. Diversos efeitos adversos podem ser observados, principalmente quando o

anestésico dissociativo for administrado sozinho, nessas ocasiões podem ocorrer comportamentos anormais durante a recuperação anestésica e o animal apresenta ataxia, sensibilidade exacerbada a estímulos sonoros e visuais e incoordenação da atividade motora (BERRY, 2017).

A tiletamina com zolazepam foi administrada na dose de 1,67 mg/kg pela via IV, em associação com a xilazina, em onze equinos entre 4 e 7 meses de idade. O procedimento anestésico foi realizado para correção de hérnia umbilical e apresentou uma sedação satisfatória, entretanto ocorreu diminuição da frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de oxigênio arterial (CEYLAN, 2013).

Outro estudo comparou a associação da cetamina, na dose de 2,0 mg/kg, com diazepam e xilazina, para induzir a anestesia, em potros entre 7 e 25 dias de vida. Nessa pesquisa concluiu-se que a associação do diazepam com a cetamina é mais adequada para equinos com menos de 15 dias de idade, pois essa combinação não causa tantas alterações hemodinâmicas, como a diminuição da frequência cardíaca e da PAM, quando comparado com a associação com a xilazina (KERR et al., 2009). Há relatos também, de uso da cetamina em 14 potros para indução anestésica na dose de 1,5-2,2 mg/kg por via IV em associação com diazepam, para cirurgias de correção de fraturas de costelas (BELLEZZO et al., 2004).

Um estudo realizado com seis potros entre 4 e 6 meses de vida, comparou o uso da tiletamina, zolazepam e xilazina com a administração de cetamina, xilazina e diazepam para a indução anestésica. O grupo da tiletamina recebeu uma dose de 1,0 mg/kg e o grupo de cetamina uma dose de 2,0 mg/kg e ambos os grupos obtiveram sedação adequada, sem efeitos adversos significativos (PHUTTHACHALEE et al., 2012).

4.1.4 Alfaxalona

Fármaco neuroesteroide utilizado para induzir e manter a anestesia geral, causando depressão do sistema nervoso central e relaxamento muscular, devido a ação agonista aos receptores de GABA. A substância estimula a condução de cloreto

nas células e resulta em uma hiperpolarização dos neurônios pós sinápticos, inibindo estímulos nervosos (BERRY, 2017).

O uso de alfaxalona na dose de 3,0 mg/kg, foi relatado para induzir a anestesia em potros de aproximadamente 12 dias de vida, pré-medocado com butorfanol. A utilização resultou ótimos resultados causando uma boa indução e intubação adequada. O principal efeito adverso observado nos neonatos equinos foi hipoxemia, sem que houvesse alterações cardíacas significativas (GOODWIN et al., 2012).

Outro estudo, relatou o uso de alfaxalona em seis potros entre 8 e 33 dias de idade. Foi utilizado a dose de 2,0 mg/kg para induzir a anestesia e uma taxa de infusão contínua de 6 mg/kg/h para manter o procedimento anestésico. A infusão contínua foi administrada concomitantemente com dexmedetomidina e remifentanila para procedimentos abdominais e obteve resultados adequados, porém com um plano anestésico ligeiramente leve. Foi observado hipotermia e o tempo de recuperação da anestesia foi demorado, porém não foi possível concluir qual fármaco contribuiu para esses efeitos (JONES et al., 2019).

4.2 Anestésicos gerais inalatórios

Os anestésicos inalatórios são utilizados na medicina desde meados de 1844, nesta época foi descrito um dos primeiros procedimentos cirúrgicos com anestesia inalatória, realizado por um dentista, utilizando o óxido nitroso (MAIA; FERNANDES, 2002). Desde então, diversos gases e agentes voláteis foram utilizados na anestesia inalatória como o éter e halotano, porém as substâncias atualmente aplicadas em diversas espécies de animais são o isofluorano e o sevofluorano (STEFFEY; MAMA; BROSNAN, 2017).

Os anestésicos voláteis são utilizados para a indução e manutenção da anestesia geral, alcançam o paciente através do sistema respiratório, por meio de máscaras ou sondas endotraqueais. As máscaras respiratórias não são invasivas, porém podem causar dilatação gástrica, através da entrada de ar pelo esôfago. Já a intubação endotraqueal não apresenta esse risco, pois o oxigênio e o anestésico são

liberados diretamente na traqueia e garantem uma respiração mais segura (ROBERTSON, 2005).

No vaporizador, a substância encontra-se em estado líquido e quando é adicionado uma determinada pressão a substância é transformada para o estado gasoso. A seguir, o anestésico é liberado juntamente com o oxigênio, no circuito anestésico até alcançar os pulmões do paciente (MASSONE, 2018). Para potros com menos de 150 kg é indicado equipamentos de uso humanos ou de pequenos animais, quando atingirem mais de 150 kg já pode ser utilizado equipamentos para equinos adultos (BROSNAN, 2013).

Quando o fármaco atinge os pulmões e alvéolos, irá ocorrer uma troca gasosa, levando uma fração do fármaco para a corrente sanguínea e outra é eliminada na expiração. Essa fração irá depender da concentração do anestésicos, denominado de concentração alveolar mínima (CAM), da solubilidade do anestésico que irá influenciar no coeficiente de partição sangue/gás, na frequência respiratória, ventilação pulmonar e entre outras características (STEFFEY; MAMA; BROSNAN, 2017).

A fração que alcança a circulação se distribui rapidamente, e alcança diversos órgãos, incluindo o SNC, devido a capacidade de solubilidade dos anestésicos voláteis. A biotransformação no fígado irá ocorrer, porém, ocorre em menor grau do que fármacos intravenosos, deste modo grande parte da substância será eliminada sem ocorrer metabolização hepática. A eliminação ocorre através dos pulmões, quando há uma redução da concentração do anestésico, deste modo o coeficiente de partição sangue/gás diminui e resulta em uma redução do fármaco no SNC (MASSONE, 2018; STEFFEY; MAMA; BROSNAN, 2017).

O uso de substâncias voláteis para a induzir e manter a anestesia geral promovem uma rápida ação e eliminação no organismo, pois a substância alcança a circulação sanguínea junto com o oxigênio proveniente da respiração. Em potros essa ação ocorre mais rapidamente devido a frequência respiratória mais elevada que em adultos. O seu uso é vantajoso em neonatos, pois não é necessário que o fármaco seja metabolizado no fígado e rins, que podem ainda estar imaturos dependendo da idade do animal, e grande parte do metabolismo e eliminação dessas substancias ocorrem nos pulmões (DRIESSEN, 2019).

Entretanto o uso de halotano em potros com menos de 12 meses, como indução para a anestesia, está relacionado com um aumento do risco de morte (cerca de 2,9% de risco) quando comparada com a indução com anestésicos intravenosos (0,3%). A provável causa é devido aos efeitos colaterais observados com o uso do halotano, dentre eles foi constatado um aumento da frequência respiratória, um crescimento das catecolaminas circulantes no sangue, como epinefrina e norepinefrina, e arritmias ventriculares. As arritmias são causadas devido a ação das catecolaminas e da taquipneia, que irá facilitar a chegada de halotano no miocárdio e estão relacionadas com o aumento do risco de morte (JOHNSTON et al., 2002).

Dentre os efeitos conhecidos causados pelo uso de anestésicos inalatórios administrados atualmente em animais, é importante citar a depressão do sistema nervoso, resultando em inconsciência e hipnose, aumento da pressão intracraniana, diminuição da ventilação espontânea, diminuição do débito cardíaco, diminuição da frequência cardíaca e redução da pressão arterial. É importante ressaltar que todos os efeitos vão apresentar maior ou menor grau, dependendo da dose anestésica (STEFFEY; MAMA; BROSNAN, 2017).

O isoflurano e sevoflurano foi testado em 6 potros entre 1 a 3 meses de vida, e foi relatado uma boa e rápida indução anestésica com ambas substâncias. No estudo a pressão arterial reduziu no início da anestesia, durante o uso dos dois fármacos, porém ao longo do procedimento retornou aos níveis normais. A recuperação anestésica foi suave e rápida, tanto sob efeitos de isoflurano como sevoflurano, todavia os potros com sevoflurano levantaram ligeiramente mais rápido, aproximadamente 9 minutos, do que os potros com isoflurano, média de 12,5 minutos (READ et al., 2002). Também foi relatado um caso de ritmo idioventricular acelerado (RIVA), um tipo de taquicardia ventricular, após o uso de isoflurano, em um cavalo neonato de dois dias de vida (PEÑA-CADAHIA et al., 2019).

**5 PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES ANESTÉSICAS EM
POTROS**

Durante o procedimento anestésico tanto o equino neonato como o jovem necessitam de uma monitoração constante e atenta, para evitar possíveis alterações e minimizar o risco de óbito. Os parâmetros fisiológicos normais para cada faixa etária deve ser levado em consideração, já que estes costumam ser diferentes do animal adulto (GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017).

5.1 Hipotensão

A diminuição da pressão arterial é comumente causada por vasodilatação, bradicardia e diminuição da contratilidade do miocárdio, essa alteração pode ocorrer com mais facilidade em neonatos, devido a imaturidade do coração. Deste modo a PAM deve ser monitorada com cautela, através de métodos indiretos, como um doppler, ou métodos diretos, como cateter em artérias faciais transversa, artéria língua facial e artéria metatársica (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015).

O uso de fluidoterapia de coloides isotônicos podem auxiliar na prevenção de hipovolemia, que se não tratado, poderá levar a uma hipotensão. Em neonatos saudáveis é utilizado uma taxa de 10 mL/kg/h, entretanto quando o paciente está debilitado são necessárias outras intervenções. Em situações onde a pressão arterial média se encontre abaixo de 60 a 70 mmHg é importante corrigir essa alteração (DRIESSEN, 2019; FISCHER; CLARK-PRICE, 2015). Os principais fármacos que apresentam efeitos apropriados para corrigir a hipotensão induzida pela anestesia em neonatos é a dobutamina na dose de 4,0-8,0 µg/kg/min e norepinefrina na dose de 0,3-1,0 µg/kg/min (VALVERDE et al., 2006).

5.2 Hipoxemia

A hipóxia pode ser avaliada de diversas formas, a avaliação através da coloração das mucosas, que pode apresentar-se em colorações azuladas, chamadas de cianose. A oximetria de pulso, mensura a porcentagem de hemoglobina arterial saturada com oxigênio e seus valores devem estar acima de 95%, entretanto o valor pode estar alterado dependendo da perfusão periférica. Também pode ser avaliado através da capnografia que irá aferir a pressão arterial parcial de dióxido de carbono

contada ao final da expiração (PaCO₂), seus valores devem variar entre 35 a 45 mmHg (FISCHER; CLARK-PRICE, 2015).

Devido a fisiologia imatura do potro, a utilização de anestésicos pode resultar em hiperventilação e apneia tanto em neonatos como em equinos jovens. Entretanto a correção é necessária quando os valores da oximetria de pulso estiverem abaixo de 90% e PaCO₂ acima de 60 mmHg, então é possível compensar a alteração através da ventilação mecânica e reajustes das doses anestésicas (DRIESSEN, 2019; FISCHER; CLARK-PRICE, 2015).

5.3 Hipotermia

O neonato apresenta maior facilidade na perda de temperatura corporal, devido a fina camada de gordura e grande relação entre superfície corporal e peso corporal (ROBERTSON, 2005). Além dessas razões, diversos fármacos podem causar vasodilatação periférica, ou influenciar no sistema límbico de termorregulação. Por essas razões o potro é mais suscetível a hipotermia durante a anestesia e deve ser constantemente monitorado. Para evitar e corrigir a diminuição da temperatura corpórea é possível utilizar mantas e colchões térmicos. (DRIESSEN, 2019; FISCHER; CLARK-PRICE, 2015).

Essa alteração deve ser evitada pois em temperaturas muito abaixo do normal pode ocorrer diversos malefícios como a alteração do funcionamento do sistema imunológico, aumentando a incidência de infecções secundárias, predisposição a alterações do funcionamento do miocárdio (GRUBB; JIMENEZ; PETTIFER, 2017), e alteração nos mecanismos de agregação plaquetária, aumentando o risco de hemorragias (WOLBERG et al., 2004).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fisiologia do jovem equino foi descrita, citando as principais características que interferem no decorrer da anestesia. Deste modo, o objetivo foi alcançado, pois identificou características importantes, como a dependência da frequência cardíaca para manter o débito cardíaco e a diminuição de enzimas hepáticas para a metabolização de fármacos.

As medicações pré-anestésicas utilizadas em neonatos foram analisadas e descritas, entretanto mais estudos devem ser feitos para identificar o melhor protocolo a ser usado em diferentes faixas etárias, assim como uma pesquisa mais abrangente sobre os efeitos colaterais em cada medicação.

A comparação entre os diversos anestésicos foi descrito e foi comparado a anestesia inalatória e a intravenosa. Existem diversos estudos sobre a anestesia geral em equinos adultos, porém mais pesquisas em neonatos devem ser feitas para garantir uma anestesia que tenha menor prejuízo para o metabolismo imaturo do neonato. Além disso, não foi descrito nesta revisão de literatura protocolos adequados quando o animal está em situações debilitadas.

Por fim, algumas complicações que podem ocorrer durante o procedimento anestésico foram caracterizadas, assim como as intervenções necessárias. Poucos estudos foram realizados sobre esse assunto em potros, apesar de ser importante para garantir um maior sucesso da anestesia. De modo geral, a revisão de literatura sobre anestesia geral em potros, alcançou os objetivos previamente estipulados.

7 REFERÊNCIAS

ARGUEDAS, M. G. et al. Pharmacokinetics of Butorphanol and Evaluation of Physiologic and Behavioral Effects after Intravenous and Intramuscular Administration to Neonatal Foals. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 22, p. 1417–1426, 2008.

BAGGOT, J. D. Drug therapy in the neonatal foal. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 10, n. 1, p. 87–107, 1994.

BAGGOT, J. D.; SHORT, C. R. Drug disposition in the neonatal animal, with particular reference to the foal. **Equine veterinary journal**, v. 16, n. 4, p. 364–367, 1984.

BARONI, E. et al. Farmacocinética de propofol en potrillos de 10 a 15 días de edad. **Arch. med. Vet.**, v. 32, n. 2, p. 193–200, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2000000200006>>.

BELLEZZO, F. et al. Surgical repair of rib fractures in 14 neonatal foals: case selection, surgical technique and results. **Equine veterinary journal**, v. 36, n. 7, p. 557–562, 2004.

BENMANSOUR, P. et al. Cardiopulmonary effects of an infusion of remifentanil or morphine in horses anesthetized with isoflurane and dexmedetomidine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 41, n. 4, p. 346–356, 2014.

BENMANSOUR, P.; DUKE-NOVAKOVSKI, T. Prolonged anesthesia using sevoflurane, remifentanil and dexmedetomidine in a horse. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 40, n. 5, p. 521–526, 2013.

BERRY, S. H. Anestésicos injetáveis. In: GRIMM, K. A. et al. (Ed.). **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária: Lumb & Jones**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 271–290.

BERRYHILL, E. H. et al. Effects of age on serum glucose and insulin concentrations and glucose/ insulin ratios in neonatal foals and their dams during the first 2 weeks postpartum. **The Veterinary Journal**, v. 246, p. 1–6, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.01.013>>.

BIDWELL, L. A. Anesthesia for dystocia and anesthesia of the equine neonate. **The Veterinary clinics of North America**. Equine practice, v. 29, n. 1, p. 215–222, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.003>>.

BORA, L. F. **O Propofol Na Anestesia Intravenosa Total Equina**. 2016, 92 f. Dissertação (Mestrado e Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

BRAUN, C.; VET, M.; TRIM, C. M. Effects of changing body position on oxygenation and arterial blood pressures in foals anesthetized with guaifenesin, ketamine, and xylazine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 36, p. 18–24, 2009.

BROSNAN, R. J. Inhaled Anesthetics in Horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 29, n. 1, p. 69–87, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.006>>.

- CARTER, S. W. et al. Cardiopulmonary effects of xylazine sedation in the foal. **Equine Veterinary Journal**, v. 22, n. 6, p. 384–388, 1990.
- CEYLAN, C. Dissociative anaesthesia in foals for umbilical herniorrhaphy under field conditions. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 19, n. SUPPL.A, p. 87–92, 2013.
- CINTRA, A. G. de C. **O Cavalo: características, manejo e alimentação**. São Paulo: Roca, 2018.
- DRIESSEN, B. Anesthesia and Analgesia for Foals. In: AUER, J. A.; STICK, J. A. (Ed.). **Equine Surgery**. 5. ed. [s.l.] Elsevier Inc, 2019. p. 314–332.
- DUNCAN, N. B. et al. Serum Chemistry and Hematology Changes in Neonatal Stock-Type Foals During the First 72 Hours of Life. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 84, p. 102855, 2020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080619306045>>.
- DUNLOP, C. I. Anesthesia and Sedation of Foals. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 10, n. 1, p. 67–85, 1994.
- FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2014.
- FIELDING, C. F.; MAGDESIAN, K. G.; EDMAN, J. E. Determination of body water compartments in neonatal foals by use of indicator dilution techniques and multifrequency bioelectrical impedance analysis. **American Journal of Veterinary Research**, v. 72, n. 10, p. 1390–1396, 2011.
- FISCHER, B.; CLARK-PRICE, S. Anesthesia of the Equine Neonate in Health and Disease. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 31, n. 3, p. 567–585, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2015.09.002>>.
- FLÓRIO, J. C.; SOUSA, A. B. de; GÓRNIK, S. L. Farmacocinética. In: SPINOSA, H. DE S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Ed.). **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. P.37-62
- GEAR, R. W. et al. Benzodiazepine mediated antagonism of opioid analgesia. **Pain**, v. 71, n. 1, p. 25–29, 1997.
- GOODWIN, W. et al. Plasma pharmacokinetics and pharmacodynamics of alfaxalone in neonatal foals after an intravenous bolus of alfaxalone following premedication with butorphanol tartrate. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 39, n. 5, p. 503–510, 2012.
- GRUBB, T. L. et al. Pharmacokinetics and physiologic/behavioral effects of buprenorphine administered sublingually and intravenously to neonatal foals. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v. 42, n. 1, p. 26–36, 2019.
- GRUBB, T. L.; JIMENEZ, T. E. P.; PETTIFER, G. R. Animais Neonatos e Pediátricos. In: GRIMM, K. A. et al. (Ed.). **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária: Lumb & Jones**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 979–983.

HOLDSTOCK, N. B.; OUSEY, J. C.; ROSSDALE, P. D. Glomerular filtration rate, effective renal plasma. **Equine Veterinary Journal**, v. 30, n. 4, p. 335–343, 1998.

HOLLIS, A. R. et al. Blood Glucose Concentrations in Critically Ill Neonatal Foals. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 22, p. 1223–1227, 2008.

JOHNSTON, G. et al. The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of Phases 1 and 2. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 29, n. 4, p. 159–170, out. 2002. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1467298716310339>>.

JONES, T. et al. Total intravenous anesthesia with alfaxalone, dexmedetomidine and remifentanyl in healthy foals undergoing abdominal surgery. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 46, p. 315–324, 2019.

KERR, C. L. et al. Cardiopulmonary effects of diazepam-ketamine-isoflurane or xylazine-ketamine-isoflurane during abdominal surgery in foals. **American Journal of Veterinary Research**, v. 70, n. 5, p. 574–580, 2009.

KNOTTENBELT, D. C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J. E. **Equine Neonatology: Medicine and Surgery**. 1. ed. Inglaterra: Saunders Elsevier, 2004.

KNYCH, H. K. et al. Disposition, behavioural and physiological effects of escalating doses of intravenously administered fentanyl to young foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 47, n. 5, p. 592–598, 2015a.

KNYCH, H. K. et al. Effects of age on the pharmacokinetics and selected pharmacodynamics of intravenously administered fentanyl in foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 47, n. 1, p. 72–77, 2015b.

KUKANICH, B.; WIESE, A. J. Opioides. In: GRIMM, K. A. et al. (Ed.). **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária: Lumb & Jones**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 199–219.

LASCOLA, K. M. et al. Qualitative and quantitative interpretation of computed tomography of the lungs in healthy neonatal foals. **American Journal of Veterinary Research**, v. 74, n. 9, p. 1239–1246, 2013.

MAIA, R. J. de F.; FERNANDES, C. R. O alvorecer da anestesia inalatória: Uma perspectiva histórica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 52, n. 6, p. 774–782, 2002.

MARQUES, J. A.; PEREIRA, D. A.; MARQUES, I. C. S. Associação entre midazolam e detomidina na medicação pré-anestésica para indução da anestesia geral com cetamina em potros. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 61, n. 6, p. 1290–1296, 2009.

MASSOCO, C.; PALERMO-NETO, J. Effects of midazolam on equine innate immune response: A flow cytometric study. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 95, n. 1–2, p. 11–19, 2003.

MASSONE, F. **Anestesiologia Veterinária: farmacologia e técnicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

- MCGOWAN, K. T. et al. Effect of butorphanol on thermal nociceptive threshold in healthy pony foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 45, p. 503–506, 2013.
- MURRAY, B. E. et al. Intramuscular and subcutaneous lipid fatty acid profile composition in male and female foals. **Meat Science**, v. 72, p. 475–485, 2006.
- NAYLOR, J. M.; GARVEN, E.; FRASER, L. A comparison of romifidine and xylazine in foals: The effects on sedation and analgesia. **Equine Veterinary Education**, v. 15, n. SUPPL 7, p. 89–93, 2005.
- PARADIS, M. R. **Equine Neonatal Medicine: a case-based approach**. [s.l.] Saunders Elsevier, 2006.
- PAULIN, C. D. Protocolo anestésico para correção de deformidade flexural em potro: relato de caso. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 15, n. 2, p. 46–52, 2017.
- PEÑA-CADAHIA, C. et al. Accelerated Idioventricular Rhythm Associated With Isoflurane Administration in a Foal: A Case Report. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 80, p. 64–68, 2019.
- PEREIRA, D. et al. Alterações ecocardiográficas causadas pelo uso da romifidina em potros árabes. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. supl, p. 42–43, 2004.
- PHUTTHACHALEE, S. et al. Comparison of the anesthetic effects of Tiletamine HCl – Zolazepam – Xylazine and Ketamine – Diazepam – Xylazine in older foals under field conditions. **Kasetsart Journal: Natural Science**, v. 46, n. 2, p. 190–199, 2012.
- PRATT, S. et al. Total intravenous anaesthesia with ketamine, medetomidine and guaifenesin compared with ketamine, medetomidine and midazolam in young horses anaesthetised for computerised tomography. **Equine Veterinary Journal**, v. 51, n. 4, p. 510–516, 2019.
- RANKIN, D. C. Sedativos e Tranquilizantes. In: GRIMM, K. A. et al. (Ed.). **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária: Lumb & Jones**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 188–198.
- READ, M. R. et al. Cardiopulmonary effects and induction and recovery characteristics of isoflurane and sevoflurane in foals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 221, n. 3, p. 393–398, 2002.
- RISBERG, Å. I. et al. Antinociceptive effect of buprenorphine and evaluation of the nociceptive withdrawal reflex in foals. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 42, n. 3, p. 329–338, 2015.
- ROBERTSON, S. A. Sedation and general anaesthesia of the foal. **Equine Veterinary Education**, v. 15, n. SUPPL 7, p. 94–101, 2005.
- RUNK, D. T. et al. Measurement of Plasma Colloid Osmotic Pressure in Normal Thoroughbred Neonatal Foals. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 14, p. 475–478, 2000.

SACKS, M. et al. Clinical comparison of dexmedetomidine and medetomidine for isoflurane balanced anaesthesia in horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 44, n. 5, p. 1128–1138, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.vaa.2016.12.061>>.

SISKEN, B. F. et al. Maturation of the central nervous system: comparison of equine and other species. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 14 S, p. 31–34, 1993.

SPENSLEY, M. S.; CARLSON, G. P.; HARROLD, D. Plasma, red blood cell, total blood, and extracellular fluid volumes in healthy horse foals during growth. **American journal of veterinary research**, v. 48, n. 12, p. 1703–1707, 1987.

STEFFEY, E. P.; MAMA, K. R.; BROSANAN, R. J. Anestésicos Inalatórios. In: GRIMM, K. A. et al. (Ed.). **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária: Lumb & Jones**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 291–326.

TOKUSHIGE, H. et al. A retrospective comparison of induction with thiopental/guaifenesin and propofol/ketamine in Thoroughbred racehorses anesthetized with sevoflurane and medetomidine during arthroscopic surgery. **Journal of Equine Science**, v. 30, n. 2, p. 25–31, 2019.

VALVERDE, A. et al. Effects of dobutamine, norepinephrine, and vasopressin on cardiovascular function in anesthetized neonatal foals with induced hypotension. **American Journal of Veterinary Research**, v. 67, n. 10, p. 1730–1737, 2006.

VALVERDE, A. Alpha-2 Agonists as Pain Therapy in Horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 3, p. 515–532, 2010.

WAKUNO, A. et al. Comparison of alfaxalone, ketamine and thiopental for anaesthetic induction and recovery in Thoroughbred horses premedicated with medetomidine and midazolam. **Equine Veterinary Journal**, v. 49, n. 1, p. 94–98, 2017.

WOLBERG, A. S. et al. A systematic evaluation of the effect of temperature on coagulation enzyme activity and platelet function. **Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care**, v. 56, n. 6, p. 1221–1228, 2004.