



FISIOLOGIA RESPIRATÓRIA EM ANESTESIA DE CIRURGIAS TORÁCICAS DE CÃES E GATOS

Juliana de Souza Carvalho Malagoli^{1*}, Danielle Lara de Oliveira Coelho² e Marcos Paulo Antunes de Lima³.

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC - Betim/MG – Brasil – *Contato: julianamalagoli.contato@gmail.com

²Discente no Curso de Medicina Veterinária – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC - Betim/MG – Brasil

³Docente do Curso de Medicina Veterinária – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC - Betim/MG – Brasil

INTRODUÇÃO

O sistema respiratório desempenha um papel importante na manutenção da homeostase dos animais e é responsável pela captação de oxigênio (O₂) e eliminação de dióxido de carbono (CO₂), entre outras funções importantes^{1,2}. Esse sistema vai além das trocas gasosas e envolve a regulação da temperatura corporal, a emissão de sons e feromônios, o metabolismo de substâncias e a proteção contra fatores externos como poeira e patógenos³. A complexidade de sua fisiologia inclui aspectos mecânicos, como a expansão e contração dos pulmões, além de fatores químicos relacionados à difusão de gases e à regulação da ventilação^{1,2,3}. Portanto, o estudo da anatomia e função respiratória é crucial, especialmente no contexto de intervenções clínicas e cirúrgicas, onde uma compreensão profunda dos mecanismos respiratórios ajuda a selecionar procedimentos anestésicos apropriados e prevenir complicações^{4,5,6,7}.

MATERIAL

Visando uma revisão de literatura de maior credibilidade e fidedigna com o tema de sistema respiratório em Medicina Veterinária, o estudo foi realizado com base em livros de publicação e atualização recentes. No âmbito de fisiologia foram selecionados as literaturas: Doenças respiratórias em cães e gatos (2024); Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos, 13ª edição (2017); e Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária (2021) e para área de anestesiologia veterinária foram selecionados as publicações: Anestesia e Analgesia Veterinária: Lumb e Jones (2024); Ventilação mecânica em medicina veterinária (2023); Anestesiologia Veterinária - Farmacologia e Técnicas (2019) e Princípios Fundamentais da Anestesia Veterinária (2024).

RESUMO DE TEMA

O sistema respiratório é um dos componentes determinantes na manutenção da fisiologia de animais, possuindo funções importantes de fornecer oxigênio aos tecidos e remover o dióxido de carbono destes, o qual é posteriormente eliminado do organismo^{1,2}. Possuindo atuação também na emissão de sons e feromônios, regulação de temperatura, metabolismo de substâncias e como barreira imunológica contra poeiras, gases tóxicos e patógenos, além de potencializar contração abdominal, pela ativação de músculos respiratórios e diferença de pressão torácica, em momentos de micção, defecação e parto.³

Durante o processo respiratório, aspectos distintos são envolvidos, como fatores químicos da troca gasosa, citados anteriormente na captação e difusão de O₂ no corpo e produção do CO₂, aspectos mecânicos acerca da expansão e contração do pulmão para a ventilação, representando o influxo e efluxo de ar entre a atmosfera e os órgãos do sistema respiratório, auxiliando no transporte de gases e líquidos corporais entre os alvéolos pulmonares, capilares sanguíneos e células teciduais, e, por fim, a regulação da ventilação propriamente dita^{1,2}. Morfológicamente, este sistema é constituído de vias aéreas superiores, como narinas, vias nasais, faringe, laringe, e considerado por alguns autores a inclusão da traqueia, responsáveis por conduzir o ar da narina pela cavidade nasal até as vias aéreas inferiores, que são os brônquios, bronquíolos, árvore traqueobrônquica, ductos alveolares, sacos alveolares e alvéolos, locais com funções de fonação e troca gasosa^{1,3}.

O consumo de oxigênio e a produção de CO₂ variam conforme a taxa metabólica do animal. Em repouso, essa taxa pode ser estimada com base na massa corporal (kg) elevada à potência de 0,75³.

Para que ocorra a inspiração espontânea, os músculos intercostais e o diafragma se contraem, aumentando a área dentro da cavidade torácica nos eixos craniocaudal e dorsoventral, ocasionando queda da pressão pleural (Ppl) e alveolar (Palv), sendo esta a pressão negativa necessária para permitir a entrada de ar nos pulmões^{1,2,5}. A expiração, por sua vez, caracteriza-se como um fenômeno passivo em mamíferos, na qual ocorre

relaxamento e recuo elástico dos músculos citados, reduzindo o tamanho da cavidade torácica e promovendo aumento da Ppl e Palv, ou seja, pressão positiva o suficiente para expulsar ar dos pulmões^{1,2,5}. Com essa variação de pressão, a difusão gasosa ocorre de forma simples através da membrana alveocapilar. Em casos que há aumento na espessura da membrana, como no edema intersticial pulmonar, há diminuição na taxa de difusão, promovendo diminuição da concentração de oxigênio no sangue arterial (hipoxemia) e maior esforço respiratório¹. Em condições de inspiração forçada e expiração ativa, particularmente em momentos de respiração acelerada e obstruções de vias aéreas, os músculos acessórios da inspiração entram em vigência para aumentar a eficiência de ventilação^{1,5}.

O sistema respiratório apresenta diversas manifestações clínicas de acordo com espécies, raças, idade, comportamento e outros fatores. Sendo assim, a avaliação pré-anestésica completa (frequência, profundidade, padrão respiratório, realizar a ausculta torácica e inspecionar a coloração das mucosas) torna-se fundamental^{1,4,6}. Exames complementares de imagem como radiografias, ultrassonografias, tomografias e ressonâncias magnéticas auxiliam na detecção de afecções no sistema respiratório, mas devem ser solicitados com justificativa, evitando o uso desnecessário⁶.

Em pacientes que serão submetidos a intervenções torácicas, torna-se necessário pensar na intervenção anestésica em três períodos: pré-anestésico, trans-anestésico e pós-anestésico, e fazer um protocolo baseado em redução de doses, possíveis interações medicamentosas e controle da dor^{4,6,7}. Os fármacos utilizados na medicação pré-anestésica apresentam repercussões sistêmicas de depressão, em alguma intensidade, do sistema nervoso central (SNC), possuindo diversos benefícios como contenção química, indução suave, redução das chances de estágio II de Guedel (delírio) na indução, efeito residual no período trans-anestésico, porém devido ao acometimento do sistema cardiorespiratório, exigindo maior monitoração em paciente com comorbidades preexistentes^{4,6}. Durante a indução anestésica, é essencial monitorar cuidadosamente os movimentos respiratórios, buscando manter um plano anestésico adequado, com ventilação e oxigenação eficientes⁶.

O avanço dos planos anestésicos pode acarretar alterações no padrão respiratório, iniciando com fase de excitação com respiração irregular até que o padrão respiratório passe a ser diafragmático, não sendo indicado deixar que o paciente chegue e se mantenha nesta apresentação pelos riscos do quarto plano anestésico do estágio III, pois a progressão desse quadro poderá levar ao acometimento da “respiração agônica”, a qual prevê a evolução ao óbito⁶. Em alguns casos cirúrgicos, como a exploração de cavidade torácica, o terceiro plano do estágio III pode ser requerido, visando a necessidade de relaxamento muscular intenso⁶. Torna-se importante indicar que o terceiro plano do estágio III causa o padrão respiratório abdominocostal pelo bloqueio dos músculos intercostais, e, além disso, estimula uma inspiração curta, menor volume corrente e frequência respiratória, comprometendo a execução da fisiologia e funções do sistema respiratório de maneira eficaz, em casos que o animal apresente respiração espontânea^{1,5,6}.

No decorrer dos procedimentos anestésicos, a combinação de fatores como o relaxamento, alterações de posição do paciente e profundidade do plano anestésico podem comprometer a função respiratória, pelo aumento da Pressão Parcial de Gás Carbônico (PaCO₂) e redução da Pressão Parcial de Oxigênio (PaO₂)^{4,5}. Em animais de diferentes espécies e, principalmente em cães e gatos, a condição corporal podem fazer com que o tempo em decúbito reduza a Capacidade Residual Funcional (CRF, que tem alta relação com a capacidade de trocas gasosas, a qual é a soma do volume residual e do volume de reserva expiratório⁵), favorecendo a ocorrência de atelectasias pulmonares⁴. Como forma de minimizar as ações depressoras do sistema respiratório promovidas pela anestesia e, principalmente, a atelectasia, é possível fornecer ao paciente oxigenoterapia, intubação orotraqueal para garantir o fluxo de ar entre as



XV Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente

vias áreas superiores e inferiores, mistura de gases para evitar absorção de 100% do oxigênio alveolar, presença do balão respiratório que auxilia a ventilação manual e/ou presença de equipamento para ventilação mecânica, que se torna uma alternativa viável para manter a saturação de O₂ acima de 94%, consequentemente diminuindo a morbidade e a mortalidade durante o procedimento anestésico por comprometimento respiratório^{4,6}.

A ventilação mecânica é um método utilizado para controlar a respiração do paciente, porém ela irá ocorrer ao contrário da fisiologia, sendo a pressão positiva responsável por levar o oxigênio aos alvéolos, entretanto a expiração ainda acontece de forma passiva⁵. Em procedimentos com abertura da cavidade torácica alguns parâmetros respiratórios podem ser alterados, como a perda de pressão negativa intratorácica e diminuição da CRF, o qual acarreta uma menor PaO₂⁴. Com a implementação da ventilação mecânica nos procedimentos, certas funções e variáveis do sistema respiratório e cardiovascular são alteradas, seja pela pressão positiva ou pela alteração da complacência pulmonar e cavidade torácica⁵. Devido a isso, principalmente em pacientes com lesões ou doenças pulmonares, o uso cuidadoso da ventilação mecânica com volume adequado ao paciente, Pressão Positiva ao Final da Expiração (PEEP, a qual age contra a expiração passiva e o esvaziamento completo dos alvéolos) se tornam importantes para evitar hipoventilação e dessaturação dos paciente⁸.

Alguns modos podem ser empregados com a ventilação mecânica, sendo eles: ventilação controlada, respirações são fornecidas em intervalos fixos; ventilação com volume controlado, entrega um volume inspirado constante, podendo aumentar a pressão das vias aéreas; ventilação controlada por pressão, mantém pressão inspiratória fixa, mas volume inspirado pode variar, entretanto deve-se atentar para casos em que a complacência do sistema respiratório e cavidade torácica estiverem comprometidos, devido ao risco de hipoventilação; e, por fim, o modo de ventilação duplamente controlada, combina volume e pressão-alvo, ajustando automaticamente os parâmetros⁴. A imposição dos modos deve ser discutida de maneira prévia ao procedimento junto aos participantes da equipe, tanto para questões transoperatórias quanto ao pós-operatório, e, também, a estabilização e avaliação do paciente constituem medidas importantes para minimizar as complicações potenciais^{4,8}.

Ao final do procedimento, a redução cautelosa das doses anestésicas (para que não ocorram intercorrências, como a rejeição do tubo endotraqueal antes de o paciente ter capacidade para efetuar a respiração espontânea) e a recuperação do estado de consciência do paciente são de extrema importância para iniciar o protocolo de desmame da ventilação mecânica⁵. Para começar o desmame, alguns parâmetros devem ser atingidos, dentre eles a causa base para necessidade de ventilação mecânica deve ter sido resolvida e o indivíduo precisa ser capaz de iniciar esforços respiratórios, caso o paciente consiga realizar os movimentos porém sua oxigenação esteja comprometida, a utilização da pressão de suporte ventilatório (modalidade em que o ventilador auxilia o paciente na manutenção da pressão inspiratória ideal) se torna necessária⁵. Em indivíduos que mantenham a oxigenação, principalmente os que não dependeram de ventilação mecânica por mais de 24h, o teste de respiração espontânea, isto é, retirada completa do suporte respiratório pode ser aplicada com a monitoração do paciente, assim que o animal estiver em devido estado de consciência a extubação é preconizada⁵.

Nos procedimentos cirúrgicos intratorácicos, torna-se essencial manter a pressão negativa fisiológica entre a cavidade torácica e o pulmão durante o pós-operatório, sendo necessário avaliar primordialmente os riscos de acúmulo de gás e líquidos, por outras complicações do paciente e/ou eventualidades possíveis na recuperação, como presença de seroma⁴. Caso sejam riscos iminentes, antes da síntese das camadas do tórax, é indicado a colocação de tubo torácico para drenagem do conteúdo⁴. Finalizando a intervenção cirúrgica, o tubo será fechado evitando efluxo de ar para a cavidade do tórax, e será realizada a manobra de toracocentese para retirada de ar intrapleural remanescente, podendo associar com o enchimento do pulmão para potencializar a redução do espaço entre as fâscias, entretanto, é necessário se atentar para não suprainflar o órgão e/ou lesionar por reexpansão pulmonar em casos de colapso alveolar crônico⁴.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento do sistema respiratório e de sua fisiologia é fundamental para a prática veterinária e médica, nomeadamente em anestesia e intervenções cirúrgicas. Uma correta compreensão da função respiratória em condições normais e patológicas permite medidas preventivas e terapêuticas que visam garantir a saúde e o bem-estar do paciente. Procedimentos como ventilação mecânica, controle da pressão alveolar e monitoramento contínuo do estado respiratório durante o pós-operatório são excelentes alternativas para minimizar o risco e promover uma recuperação adequada. Portanto, a atuação cuidadosa e informada da equipe clínica é fundamental para o sucesso da intervenção e manutenção da integridade do sistema respiratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENDAS, A.; ALBERIGI., B. **Doenças respiratórias em cães e gatos**. Santana de Parnaíba, SP: Manole, 2024.
2. DUKES, Henry Hugh; REECE, William O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 13^o Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
3. KLEIN, Bradley G. **Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária**. 6^o Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.
4. LAMONT, Leigh. *et al.* **Veterinary Anesthesia and Analgesia**: Lumb and Jones. 6^a Edição. New Jersey: John Wiley & Sons, 2024.
5. FANTONI, Denise T.; AMBRÓSIO, Aline M. **Ventilação mecânica em medicina veterinária**. Barueri: Editora Manole, 2023.
6. MASSONE, Flávio. **Anestesiologia Veterinária - Farmacologia e Técnicas**. 7^o Edição. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2019.
7. ZEILER, Gareth E.; PANG, Daniel S. J. **Fundamental Principles of Veterinary Anesthesia**. 1^a Edição. Canadá: Wiley-Blackwell, 2024.
8. RODRIGUES, Renata R. *et al.* Intraoperative Protective Mechanical Ventilation in Dogs: A Randomized Clinical Trial. **Frontiers in Veterinary Science**. v. 9, 2022.

APOIO:

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS - UNIDADE BETIM
GRUPO DE ANESTESIOLOGIA VETERINÁRIA - PUC MINAS BETIM

