



Diretrizes para o tratamento da hipotensão arterial intraoperatória de cães e gatos.

Guidelines for the treatment of intraoperative hypotension in dogs and cats.

[Otávio Henrique de Melo Schiefler](#) ¹

¹- Doutorando em Clínica Médica e Cirúrgica no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (PPGMV) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, *Campus* Santa Maria – RS. E-mail: vetoavio@gmail.com

Resumo

A hipotensão arterial intraoperatória é a principal intercorrência anestésica de cães e gatos, mesmo em cirurgias eletivas. Caso a hipotensão arterial intraoperatória não seja identificada ou corrigida, hipoperfusão tecidual e o desenvolvimento de disfunções orgânicas poderão ocorrer no período pós-operatório. Portanto, este trabalho tem como objetivo auxiliar médicos veterinários anestesiológicos e estudantes de graduação em medicina veterinária a estabelecerem um diagnóstico assertivo e a determinarem a terapia ideal em casos de hipotensão arterial intraoperatória em diferentes cenários, padronizando o fluxo de tratamento com base na sua etiologia, a fim de aumentar a segurança do ato anestésico, minimizar o impacto hemodinâmico da hipotensão arterial e proporcionar melhor prognóstico pós-operatório para cães e gatos.

Palavras-chave: Anestesia. Débito cardíaco. Inotrópicos. Vasopressores. Pressão arterial.

Abstract

Intraoperative hypotension is the main anesthetic complication in dogs and cats, even in elective surgeries. If intraoperative hypotension is not identified or corrected, tissue hypoperfusion and the development of organ dysfunctions may occur in the postoperative period. Therefore, this study aims to help veterinarians, anesthesiologists and undergraduate students in veterinary medicine to establish an assertive diagnosis and determine the ideal therapy in cases of intraoperative hypotension in different scenarios, standardizing the treatment flow based on its etiology, in order to increase the safety of the anesthetic act. minimize the hemodynamic impact of hypotension and provide better postoperative prognosis for dogs and cats.

Keywords: Anaesthesia. Cardiac output. Inotropes. Vasopressors. Blood pressure.



Introdução

A pressão arterial é um dos parâmetros fisiológicos mais importantes a ser monitorado durante o período perioperatório (AWAD et al., 2022). Variações entre quadros de hipotensão e hipertensão podem resultar em complicações severas a saúde do paciente, portanto, a mensuração da pressão arterial deve ser constante e é indispensável em todo e qualquer procedimento anestésico (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

A hipotensão arterial intraoperatória é considerada uma complicação cardiovascular comum observada na rotina de pequenos animais (CHEN et al., 2007; SINCLAIR, DYSON, 2012). Estima-se que sua incidência varie entre 7 e 46% (COSTA et al., 2015), podendo chegar até 60% em animais anestesiados, mesmo quando hígidos e durante procedimentos cirúrgicos eletivos (KOJIMA et al., 2021). Quadros de hipotensão arterial estão associados a desfechos clínicos negativos pela redução do fluxo sanguíneo e hipoperfusão tecidual, predispondo ao desenvolvimento de lesão de órgão-alvo, falência orgânica e mortalidade no pós-operatório (FUTIER et al., 2017; AWAD et al., 2022).

Embora existam poucos estudos veterinários investigando o real impacto da hipotensão e o prognóstico pós-operatório de cães e gatos anestesiados, seu reconhecimento e tratamento imediatos são fundamentais na prevenção de complicações ou agravamento de condições pré-existentes relacionadas à diminuição da oferta de oxigênio tecidual (CHEN et al., 2007; DIXON, FAUBER, 2017).

Desse modo, este trabalho objetiva auxiliar médicos veterinários anestesiológicos a diagnosticar, estabelecer a melhor escolha terapêutica e minimizar a incidência e a duração da hipotensão arterial intraoperatória em diferentes cenários, além de padronizar as técnicas e o fluxo de tratamento conforme a etiologia da hipotensão, aumentando a segurança do ato anestésico e o prognóstico pós-operatório.

Metodologia

Através da metodologia de pesquisa qualitativa, realizou-se o levantamento de informações confiáveis embasadas em revistas e jornais nacionais e internacionais sobre o reconhecimento e tratamento da hipotensão arterial intraoperatória em cães e gatos. As plataformas utilizadas para coleta de dados foram: PubMed, Elsevier, ReseachGate, ScienceDirect e SciELO.

As palavras-chaves utilizadas na busca textual foram os termos de indexação contendo: “Blood pressure”, “Sympathomimetics”, “Hypotension in bitches”, “Hemodynamics”, “Systolic arterial pressure”, “Vasopressors”, “Inotropic agents”, “Intraoperative hypotension”, “Intraoperative complications”, “Intraoperative monitoring”, “Perioperative fluid therapy”, “Fluid responsiveness” e “Cardiac output”.

Hipotensão perioperatória e perfusão tecidual

A hipotensão arterial em cães e gatos é definida quando a pressão arterial média (PAM) é inferior a 60 mmHg (GRUBB et al., 2020), equiparando-se a uma pressão arterial sistólica (PAS) abaixo de 80 mmHg para cães e 90 mmHg para gatos (CHEN et al., 2007; GREGORY et al., 2021). Majoritariamente, classifica-se a hipotensão arterial intraoperatória em leve quando a PAM encontra-se entre 50 e 60 mmHg e severa quando inferior a 50 mmHg ou quando a PAS estiver abaixo de 70 mmHg (KOJIMA et al., 2021; AWAD et al., 2022).

Pressões arteriais abaixo desses valores estão relacionadas à prejuízos na perfusão tecidual de órgãos vitais, como cérebro e rins, os quais perdem a capacidade de autorregulação do fluxo

sanguíneo predispondo ao desenvolvimento de insuficiência, isquemia e morte celular (SESSLER, SHORT, 2021). Além disso, presume-se que a hipoperfusão seja proporcional à redução da pressão arterial (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015), assim como a extensão do dano celular seja proporcional a duração da hipotensão arterial intraoperatória (WEESSELINK et al., 2018; ETEMADI, HOGUE, 2020).

Em humanos, quadros de hipotensão arterial intraoperatória superiores a 10 minutos foram correlacionados a lesões orgânicas isquêmicas, com risco aumentando à medida que a pressão arterial reduz e associado a um aumento da taxa de morbidade perioperatória (SÜDFELD et al., 2017. WEESSELINK et al., 2018). Situações em que a PAM se apresentou severamente baixa (< 50 mmHg) foram observadas lesões renais agudas e miocárdicas mesmo durante períodos inferiores a 5 minutos, estabelecendo-se, portanto, um prognóstico desfavorável (WALSH et al., 2013).

Em pacientes veterinários, entretanto, não há uma definição precisa entre a gravidade da hipotensão arterial intraoperatória e sua duração para o estabelecimento de lesões teciduais ou desenvolvimento de disfunções orgânicas (HATTERSLEY et al., 2020). De acordo com os estudos de Youn et al. (2018) e Hattersley et al. (2020) não foram observados aumento da taxa de mortalidade ou maior incidência no desenvolvimento de complicações pós-operatórias associadas a quadros de hipotensão arterial intraoperatória com PAM inferior a 60 mmHg e PAS inferior a 80 – 90 mmHg de pelo menos 10 minutos de duração.

Todavia, é preciso considerar que existe uma grande variação entre indivíduos, sobretudo quanto às doenças concomitantes, idade e condições clínicas, sendo variável a suscetibilidade do paciente às lesões provocadas pela hipotensão arterial intraoperatória com redução do débito cardíaco (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; VALVERDE, 2021). Animais com doença renal, desidratados ou com idade avançada apresentam maior predisposição ao desenvolvimento de lesão tecidual em consequência de quadros de hipotensão arterial intraoperatório quando comparados à animais jovens e saudáveis (SÜDFELD et al., 2017).

Por este motivo, mesmo quadros de hipotensão arterial intraoperatório leves durante curtos períodos são capazes de aumentar os riscos de lesões orgânicas e, em pressões arteriais severamente baixas, é correto afirmar que menos tempo é necessário para o desenvolvimento de isquemia tecidual (GREGORY et al., 2021; SESSLER, SHORT, 2021). Sendo assim o início do tratamento para quadros hipotensivos intraoperatórios deve ser imediato assim que é feita sua identificação, especialmente quando potenciais fatores de risco pré-operatórios estão presentes (COSTA et al., 2015; GRUBB et al., 2020).

Mensuração da pressão arterial

De acordo com a *American Society of Anesthesiologists* a monitoração da pressão arterial naqueles pacientes submetidos à anestesia deve ocorrer de maneira seriada, com intervalos de no máximo 5 minutos (ASA, 2020). Além disso, sua mensuração é considerada indispensável para o reconhecimento precoce e tratamento imediato de hipotensão arterial intraoperatório (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; AWAD et al., 2022), minimizando complicações pós-operatórias e desfechos desfavoráveis (FELISBERTO et al., 2022).

A monitoração da pressão arterial durante o período intraoperatório compreende técnicas invasivas e não invasivas, também chamadas de método direto e indireto, respectivamente (BARTELS et al., 2016). A escolha do método de avaliação baseia-se no estado hemodinâmico e porte do procedimento cirúrgico (AWAD et al., 2022; FELISBERTO et al., 2022). Em animais com algum grau de instabilidade hemodinâmica, comorbidade sistêmica significativa, procedimentos

cirúrgicos de longa duração ou com alto risco devem receber monitoração invasiva através da canulação de uma artéria periférica (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

As principais artérias periféricas utilizadas em animais são: artéria podal dorsal (Figura 1A e 1B), artéria caudal, artéria auricular (Figura 2A e 2B) e artéria radial, as quais são acessadas e conectadas a um transdutor de pressão no monitor multiparamétrico, mensurando PAS, PAD e PAM, além de fornecer uma curva pletismográfica, ou a um circuito fechado com manômetro aneróide (SAUGEL et al., 2020).



Figura 1 - Canulação da artéria podal dorsal direita em um cão. 1A) Introdução do cateter em sentido do fluxo arterial com inclinação de 30°, seguido pelo reposicionamento em ângulo entre 0° e 15° em relação ao metatarso para inserção do cateter em direção a artéria. 1B) Após observado o retorno do sangue arterial em um fluxo adequado, desliza-se suavemente o cateter para dentro do vaso, sem retirar o mandril assegurando no mínimo 1 cm de cateter dentro da artéria puncionada. Fonte: O autor, 2024.

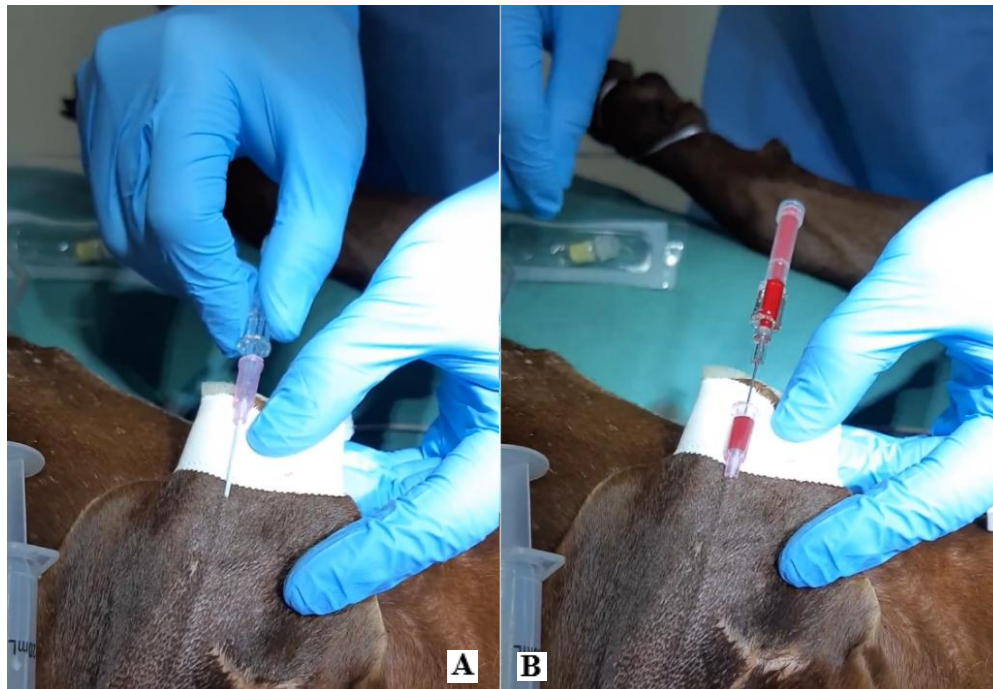


Figura 2 - Canulação da artéria auricular direita em um cão. 2A) Introdução do cateter em sentido do fluxo arterial com inclinação entre 0° e 15° em relação à porção posterior do pavilhão auricular. 2B) Após observado o retorno do sangue arterial em um fluxo adequado, desliza-se suavemente o cateter para dentro do vaso, sem retirar o mandril, assegurando no mínimo 1 cm de cateter dentro da artéria puncionada. Fonte: O autor, 2024.

Embora o método de monitoração invasiva seja considerado o “padrão-ouro” (FELISBERTO et al., 2022), sua utilização nem sempre é possível, pois demanda treinamento e experiência para obtenção de um acesso arterial patente, principalmente em animais de pequeno porte (< 5 kg) ou hemodinamicamente instáveis hipovolêmicos e hipotensos (TRIM et al., 2017). Nessas situações, a monitoração da pressão arterial intraoperatória deve ser realizada de forma não-invasiva por meio do Doppler vascular (RUFFATO et al., 2015) ou por método oscilométrico de pulso incorporado ao monitor multiparamétrico (BARTELS et al., 2016; FORTIN et al., 2021).

A monitoração da pressão arterial de forma não-invasiva em pacientes anestesiados é o método que mais apresenta variabilidade durante o período intraoperatório entre diferentes marcas (CUNHA et al., 2016). Comumente há perda de sensibilidade e confiabilidade em animais hipotensos, principalmente pelo método oscilométrico de pulso, demonstrando valores superestimados (SKELDING, VALVERDE, 2020).

De maneira geral, a utilização da forma não-invasiva pelo método oscilométrico de pulso em pacientes normotensos ou hipertensos é considerada mais confiável para leitura de valores (BOSIACK et al., 2010). A PAM é a medida que sofre menor viés de alteração quando comparada à PAS e PAD, apresentando maior precisão para orientar e direcionar a necessidade de tratamento durante o período intraoperatório (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

Naqueles pacientes com resultados variáveis entre as mensurações oscilométricas ou com hipotensão severa sem a possibilidade do método invasivo, recomenda-se a substituição do método oscilométrico de pulso com Doppler vascular (SHIH et al., 2021), considerado mais confiável de mensuração indireta da pressão arterial em pacientes anestesiados hipotensos, principalmente em animais abaixo de 5 kg (KENNEDY, BARLETTA, 2015; KOO, CARR, 2022).

Definição da causa da hipotensão arterial intraoperatória

As causas de hipotensão arterial intraoperatória são multifatoriais e podem ocorrer em qualquer procedimento anestésico, com qualquer paciente, inclusive, durante cirurgias eletivas (KOJIMA et al., 2021). Não é incomum os próprios agentes anestésicos serem responsáveis pela queda no débito cardíaco (DC), gerando hipotensão arterial (SAUGEL et al., 2020). A redução do DC pode ser secundária a diminuição da frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), resistência vascular sistêmica (RVS) ou a combinação destes fatores (FANTONI, SHIH, 2017; FORTIN et al., 2021). Com a queda na pressão arterial e, conseqüentemente no DC, às demandas teciduais de oxigênio e nutrientes não são supridas, dando início a atividade anaeróbica (RIVERS et al., 2001; VALVERDE, 2021).

A pressão arterial é um produto do DC e da RVS, ou seja, quedas na pressão arterial estão relacionadas a diminuição do DC ou diminuição da RVS ou redução de ambos (RIVERS et al., 2001). O DC por sua vez, é um produto calculado pela FC multiplicada pelo VS, ou seja, quedas na FC ou no VS ou em ambos significam queda no DC (CONTI-PATARA et al., 2012). O VS por sua vez depende de três fatores: contratilidade cardíaca, pré-carga e pós-carga (RIVERS et al., 2001), portanto alterações hemodinâmicas que resultem em depressão do miocárdio, redução do volume intravascular (pré-carga) e vasodilatação arterial e venosa excessiva (pós-carga) vão culminar na diminuição do VS e, conseqüentemente no DC e na pressão arterial (Figura 3) (SINGER et al., 2016; EVANS et al., 2021).

Apesar de existirem diversos mecanismos fisiológicos compensatórios para manutenção da pressão arterial e do DC, alguns anestésicos podem inibir esse processo, impedindo a correção autonômica mesmo em casos de hipotensão arterial leves (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

Estes anestésicos incluem acepromazina (RANGEL et al., 2021), isoflurano (SINCLAIR, DYSON, 2012), pós-indução com propofol (HENAO-GUERRERO, RICCÓ, 2014) e altas doses de opioides potentes (LIZUKA et al., 2013).

A acepromazina é um dos anestésicos mais utilizados em cães e gatos como medicação pré-anestésica, porém, comumente resulta em vasodilatação periférica e reduz a pressão arterial devido ao seu efeito bloqueador de receptores α -1 adrenérgicos (GRUBB et al., 2020). Quando utilizada em doses terapêuticas e em animais normovolêmicos o impacto na pressão arterial é baixo, reduzindo em torno de 10 a 15% a pressão arterial basal (KOJIMA et al., 2021). Contudo, quando administrada em conjunto com outros agentes anestésicos vasodilatadores há potencialização desse efeito e não é incomum o desenvolvimento de quadros de hipotensão arterial intraoperatório (RANGEL et al., 2021).

O isoflurano é o anestésico inalatório mais comumente utilizando na anestesia geral em cães e gatos (LIZUKA et al., 2013) e pode induzir hipotensão arterial de forma dose-dependente devido aos seus efeitos vasodilatadores periféricos e depressores do miocárdio, reduzindo de forma significativa o DC (SINCLAIR, DYSON, 2012). Por não apresentar efeitos analgésicos, a sua associação com opioides como fentanil e remifentanil é comumente empregadas nos procedimentos cirúrgicos (DYSON, 2008). Segundo Lizuka et al. (2013) a combinação entre anestésicos inalatórios e opioides potentes pode ter efeito vasodilatador sinérgico e resultar em hipotensão arterial intraoperatória prolongada.

Apesar do propofol apresentar maior estabilidade hemodinâmica quando comparado aos agentes inalatórios, a redução da pressão arterial após a indução anestésica é um achado comum, podendo reduzir em até 40% o DC em animais hípidos (HENAO-GUERRERO, RICCÓ, 2014). Seus efeitos depressores estão associados a administração rápida, sem respeitar seu tempo de equilíbrio com a biofase ou quando administrado em grandes volumes, resultando em marcante redução da RVS, do retorno venoso pela redução da pós-carga e, consequentemente, hipotensão arterial e inotropismo negativo (CATTAI et al., 2018).

Outras causas importantes e comuns que podem resultar em hipotensão arterial intraoperatória incluem hipoxemia severa ($SpO_2 < 80\%$), hipercapnia ($EtCO_2 > 70$ mmHg), bradicardias por reflexos vasovagais, comorbidades sistêmicas, desequilíbrios eletrolíticos e ácidos-bases, hipotermia ($< 36,0^\circ C$), ventilação excessiva com pressão positiva, erros de profundidade anestésica, arritmias supraventriculares ou ventriculares prematuras, redução súbita do retorno venoso por perda sanguínea ou hipovolemia por desidratação moderada a severa (CHEN et al., 2007; DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; FORTIN et al., 2021).

Tratamento da hipotensão arterial intraoperatória

A partir do momento em que a hipotensão arterial é identificada no transoperatório, determinar a(s) causa(s) primária(s) é fundamental para que o tratamento seja direcionado e eficaz a fim de minimizar seu impacto hemodinâmico e duração (ETEMADI, HOGUE, 2020). A hipotensão arterial intraoperatória pode ser tratada de diversas maneiras, porém, etiologias diferentes requerem tratamentos diferentes (SESSLER, SHORT, 2021). É improvável que o manejo incorreto da hipotensão arterial intraoperatória resulte em melhora da pressão arterial (AWAD et al., 2022).

Comumente, a correção de erros na profundidade anestésica é suficiente para que o sistema nervoso autônomo seja capaz de compensar e melhorar a pressão arterial em quadros de hipotensão arterial intraoperatória leves e em animais hípidos (SINCLAIR, DYSON, 2012). Contudo, alguns

anestésicos podem dificultar ou inibir a resposta autonômica resultando na inatividade simpática, tornando necessária a intervenção farmacológica (VALVERDE, 2021).

As estratégias para melhorar a pressão arterial e, conseqüentemente, o DC, envolvem o aumento da força de contração do miocárdio ou da RVS por meio da administração de fluidos, inotrópicos, vasopressores e anticolinérgicos (AWAD et al., 2022). A escolha do tratamento ou a associação de diferentes métodos para correção é determinada com base na causa primária (Figura 3), principalmente hipovolemia por desidratação ou perdas sanguíneas, inotropismo negativo por ação anestésica, redução da pré-carga ou deficiência na contratilidade cardíaca, vasodilatação excessiva por ação anestésica, hipotermia ou hiperapnéia grave e bradicardia por ação vasovagal ou depressão causada por ação anestésica (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; WEESELINK et al., 2018).

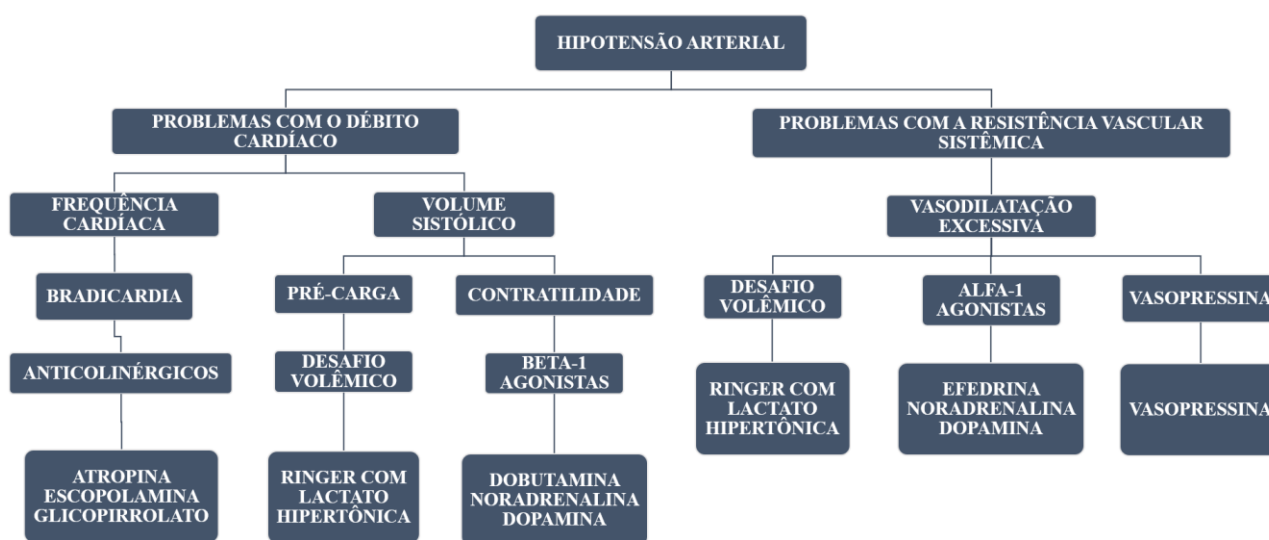


Figura 3 - Abordagem sugerida para o tratamento da hipotensão arterial intraoperatória em cães e gatos baseada na etiologia. Adaptado de Grubb et al., 2020.

É importante ressaltar que valores de pressão arterial mais baixos são aceitos em animais anestesiados comparados aos conscientes, tendo em vista a redução do metabolismo celular proporcionado pelos anestésicos gerais (GRUBB et al., 2020). De maneira geral, a pressão arterial em cães e gatos sob estas condições devem ser mantidas acima de 70 – 80 mmHg para PAM e 100 mmHg para PAS (VALVERDE, 2021). No entanto, o aumento da pressão arterial não necessariamente garante melhora da perfusão tecidual (HATTERSLEY et al., 2020). Aumentos excessivos na RVS (pós-carga) não elevam o DC e podem ocasionar no aumento do consumo de oxigênio, principalmente pelo miocárdio, prejudicando ainda mais a perfusão de órgãos apesar da elevação da pressão arterial (RIVERS et al., 2001; SESSLER, SHORT, 2021).

Fluidoterapia

A administração de fluidos durante a anestesia é necessária para melhorar o retorno venoso (aumento da pré-carga) e melhorar o DC, além de manter o volume circulante ou repor o volume de líquido perdido por sangramento e evaporação de água das cavidades corporais expostas e dos pulmões (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; FANTONI, SHIH, 2017). Trata-se de um método terapêutico importante na prevenção e tratamento da hipotensão arterial (GRUBB et al., 2020).

Recomenda-se a utilização de cristaloides de reposição isotônica na taxa de 2 a 3 mL/kg/h para gatos e 2 a 6 mL/kg/h para cães hígidos para controle das perdas regulares (FANTONI, SHIH, 2017).

A reposição volêmica em animais hipotensos e fluido-responsivos, principalmente quando a causa é redução da pré-carga, deve ser corrigida por meio da administração de bolus de fluido intravenoso, especialmente de Ringer com Lactato, em volumes de 10 e 20 mL/kg por um período entre 10 e 20 minutos e repetido até que haja melhora da pressão arterial ou diminuição da FC (VALVERDE, 2021). Se após a reposição volêmica o animal ainda se mostrar fluido-responsivo e a meta da pressão arterial ainda não foi atingida, a administração de 4 mL/kg de solução NaCl 7,5% é recomendada (FANTONI, SHIH, 2017).

Cuidados devem ser tomados para evitar a administração excessiva de fluidos, principalmente naqueles animais que não são fluido-responsivos, sob risco de prejudicar a perfusão tecidual por meio do aumento da distância entre o oxigênio e as células além de causar edema intersticial em pulmões, cérebro, rins e trato intestinal, lesão do glicocálix celular, desarranjos eletrolíticos e acidobásicos, exacerbação da hemorragia e coagulopatias por hemodiluição (MONNET et al., 2016; FANTONI, SHIH, 2017).

Felinos hipotensos e hipotérmicos dificilmente responderão a fluidoterapia agressiva e as chances prejudicar ainda mais o DC são altas (KELM et al., 2015). Uma vez que a pressão arterial tende a responder ao aquecimento corporal, recomenda-se retirar o felino do estado de hipotermia antes de iniciar a reposição volêmica para evitar sobrecarga hídrica e vasoconstrição (KELM et al., 2015).

A fluido-responsividade pode ser determinada pelo desafio volêmico, frequentemente indicado para o tratamento da hipotensão perioperatória (MONNET et al., 2016). Outras técnicas também podem ser utilizadas para avaliar a fluido-responsividade, como a variação da pressão de pulso (ΔPP) ou variação de pressão sistólica (ΔPS) mensuradas a partir da monitoração da pressão arterial invasiva com transdução da informação ao monitor multiparamétrico e sob ventilação com pressão positiva controlada mecanicamente, sendo considerados fluido-responsivos aqueles animais que apresentarem o ΔPP acima de 15% ou ΔPS acima de 10% (SANT'ANA et al., 2012; FANTONI, SHIH, 2017). O DC pode ser mensurado rotineiramente pela ecocardiografia ou fluxo da veia cava, auxiliando na avaliação de fluido-responsividade (ORSO et al., 2020).

Anticolinérgicos

Os agentes anticolinérgicos, como a atropina, escopolamina e glicopirrolato, são utilizados para reversão de bradicardia colinérgica, ou seja, bradicardia mediada por estimulação vagal (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). São fármacos que atuam bloqueando receptores muscarínicos na junção pós-sináptica ganglionar nas áreas do coração inervadas pelo nervo vago (BISHARA, 2023).

Durante os períodos de bradicardia exagerada, o tempo diastólico apresenta-se extensivamente elevado e, por consequência, a PAD e PAM reduzem significativamente enquanto a PAS pode permanecer dentro de valores aceitáveis, uma vez que o tempo de sístole e a contratilidade permanecem regulares (BEST, 2001; BROCK, 2001). Todavia, uma PAS normal com PAM e PAD diminuídas podem indicar que a FC do animal anestesiado esteja fisiologicamente muito baixa (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

Indica-se a utilização de agente anticolinérgico para tratamento da hipotensão quando a PAM e a FC encontram-se extremamente baixas (BROCK, 2001). Apesar da FC de animais anestesiados ser mais baixa quando comparada à animais acordados, estes normalmente encontram-se normotensos ou até hipertensos (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). Isso ocorre tanto pela

redução do requerimento metabólico quanto pela vasoconstrição após o uso de α -2 adrenérgicos e opioides (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). Nesses casos, a bradicardia que não está acompanhada pela redução da PAM, na maior parte das vezes, não precisa ser tratada ou corrigida (BEST, 2001).

A bradicardia reflexa pode ocorrer com o aumento do tônus simpático ocasionado por estímulos nociceptivos transoperatórios ou hipercapnia excessiva (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). Nesses casos, após a administração de um anticolinérgico, não é incomum o animal sair da bradicardia para uma taquicardia e hipertensão de forma muito rápida e, após um período de aproximadamente 15 minutos, retornar ao quadro de bradicardia (ARAÚJO et al., 2011; DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

O sulfato de atropina é o agente anticolinérgico mais utilizado para o tratamento de hipotensão secundária a bradicardia pelo seu rápido início de ação e duração de aproximadamente 20 a 40 minutos (BROCK, 2001; DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). Doses de 0,02 (dose baixa) a 0,04 (dose alta) mg/kg por via intravenosa são comumente indicadas (VÉZINA-AUDETTE et al., 2019).

Quando a bradicardia transanestésica é secundária a vasoconstrição causada por anestésicos, como α -2 adrenérgicos, na maioria das vezes sua utilização é contraindicada uma vez que pode resultar em hipertensão intensa e taquicardia excessiva, sendo extremamente prejudicial ao DC (BEST, 2001). A dose baixa de atropina deve ser evitada no tratamento de bloqueios atrioventriculares de qualquer grau secundários ao α -2 adrenérgicos sob o risco de efeito paradoxal e aumento na frequência dos bloqueios (BROCK, 2001).

Nessas situações, a escopolamina nas doses de 0,1 a 0,2 mg/kg por via intravenosa pode ser utilizada, uma vez que apresenta efeito menos intenso e mais curto, podendo ser incluída no protocolo de tratamento da hipotensão secundária a bradicardia (ARAÚJO et al., 2011). O glicopirrolato também apresenta efeito menos intenso no aumento da FC comparado a atropina, porém, por um período maior, podendo durar de 1 a 2 horas. A dose recomendada é de 0,005 a 0,01 mg/kg por via intravenosa (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; HOWARD et al., 2017).

Simpatomiméticos

Drogas simpatomiméticas tem como objetivo melhorar a perfusão tecidual através de efeitos inotrópicos (aumento na força de contratilidade), vasopressores (vasoconstrição) ou ambos (CHOW et al., 2020; VALVERDE, 2021). Raramente há indicação do seu uso de forma isolada e comumente recomenda-se estar associado a outras terapias para o tratamento de hipotensão arterial, especialmente a fluidoterapia e reposição volêmica (CAMPBELL, SMRCKA, 2018; VALVERDE, 2021).

As catecolaminas apresentam ação rápida com duração de apenas 2 a 3 minutos, sendo raramente administradas na forma de bolus, dando preferência no uso por infusão contínua intravenosa (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). Em casos de hipotensão grave o bolus pode ser utilizado para resolução rápida do quadro enquanto a infusão contínua é preparada para dar sequência ao tratamento (KOJIMA et al., 2021). Entretanto, a utilização em bolus deve ser realizado sob extrema cautela e monitorada a todo momento sob risco de efeitos vasoconstritores excessivos, disritmias e taquiarritmias, isquemia de órgãos, acidose metabólica e insuficiência cardíaca congestiva direita (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; ANNANE et al., 2018).

Inotrópicos e vasopressores mistos

Drogas simpatomiméticas de ação mista são frequentemente utilizadas no período perioperatório (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). Além de fornecerem aumento inotrópico,

dependendo da dose utilizada é observado também efeito cronotrópico positivo e ação vasoconstritora (GREGORY et al., 2021).

A dopamina é uma catecolamina endógena precursora da adrenalina e noradrenalina. Seus efeitos dopaminérgicos estimulam receptores dopaminérgicos, α -adrenérgicos e β -adrenérgicos de acordo com a taxa de infusão utilizada, podendo ser utilizada como inotrópico ou vasopressor (CHEN et al., 2007). São recomendadas taxas de infusão entre 1 e 15 $\mu\text{g/kg/min}$, sendo considerada dose baixa entre 1 e 4 $\mu\text{g/kg/min}$ (efeitos dopaminérgicos com vasodilatação renal), dose intermediária entre 5 e 10 $\mu\text{g/kg/min}$ (efeitos β_1 -adrenérgicos com inotropismo e cronotropismo positivo) e dose alta entre 10 e 15 $\mu\text{g/kg/min}$ (efeitos α_1 -adrenérgicos com vasoconstrição periférica) (WEESSELINK et al., 2018; SKELDING, VALVERDE, 2020).

Apesar dos seus evidentes efeitos no aumento do DC, RVS, FC e PAM, ao longo dos anos a dopamina vem sendo substituída pela noradrenalina, dobutamina e vasopressina, deixando de ser um simpatomimético de primeira escolha para o tratamento da hipotensão perioperatória (CAMPBELL et al., 2018). Estudos também apontam que a acepromazina pode reduzir o efeito vasopressor da dopamina quando associada a isoflurano (MONTEIRO et al., 2007).

A efedrina estimula a liberação de noradrenalina endógena, produzindo efeitos simpatomiméticos em ambos os receptores α e β adrenérgicos, isto é, produzindo tanto ação vasoconstritora quanto inotrópica, melhorando a pressão arterial e aumentando o DC (VALVERDE, 2021). É considerada a droga ideal para correção de hipotensão leve durante o transoperatório, principalmente aquelas causadas pela associação de acepromazina e isoflurano (CHEN et al., 2007; SINCLAIR, DYSON, 2012). Sua utilização pode ser na forma de bolus, na dose de 0,02 a 0,2 mg/kg por via intravenosa. É possível, embora não seja necessário, utilizar a efedrina em infusão contínua na taxa de 1 a 5 $\mu\text{g/kg/min}$ (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015). A eficácia da efedrina é reduzida conforme as reservas de noradrenalina vão esgotando, tendo seu efeito de bolus subsequentes diminuídos (GREGORY et al., 2021).

A noradrenalina é o simpatomimético de ação mista mais útil para o tratamento da hipotensão arterial perioperatória, atuando predominantemente como agonista dos receptores adrenérgicos α_1 , α_2 e β_1 (KOJIMA et al., 2021). É uma droga que não tem indicação de uso em bolus, restringindo-se apenas a infusões contínuas. Taxas de 0,1 a 1 $\mu\text{g/kg/min}$ estimulam receptores β_1 , promovendo aumento do DC por ação inotrópica sem efeito cronotrópico (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; SÜDFELD et al., 2017). Taxas mais altas entre 1 e 2 $\mu\text{g/kg/min}$ promovem potente vasoconstrição por ação α_1 adrenérgica, podendo reduzir a perfusão de fígado, rins, músculos e pele, reservando-se para quadros de hipotensão grave ou choque distributivo (GREGORY et al., 2021).

Segundo Kojima et al. (2021) na hipotensão grave causada por concentrações excessivas de anestésicos inalatórios, a vasoconstrição gerada pela noradrenalina não é exagerada, podendo ser utilizada como método de correção da pressão arterial. A noradrenalina aumenta o DC e a PAM sem causar excessiva vasoconstrição e aumento do consumo de oxigênio ou do lactato, sendo assim, pode ser considerada o simpatomimético de primeira escolha para o tratamento da hipotensão perioperatória associada à reposição volêmica (SÜDFELD et al., 2017; SHABANA et al., 2020; KOJIMA et al., 2021).

Inotrópicos

Os inotrópicos são especialmente eficazes para o tratamento da hipotensão perioperatória quando acompanhados de fluidoterapia e reposição volêmica (KOJIMA et al., 2021). Diversos agentes anestésicos promovem inotropismo negativo e podem levar a hipotensão arterial. Nesses

casos, a utilização de inotrópicos positivos é útil para incrementar a contratilidade miocárdica perioperatória (SHABANA et al., 2020). Além do mais, há evidências que indicam o uso de inotrópicos em pacientes que apresentam diminuição da fração de ejeção e fração de encurtamento, avaliados por ecocardiografia durante o período pré-anestésico (CAMPBELL, SMRCKA, 2018).

Drogas exclusivamente inotrópicas são frequentemente indicadas para animais com diagnóstico prévio ao procedimento cirúrgico de contratilidade miocárdica insuficiente (HUUSKONEN et al., 2022). A dobutamina é o principal fármaco inotrópico utilizado para promover aumento imediato da contração do miocárdio, elevando a fração de ejeção e de encurtamento através da estimulação de receptores β -1 adrenérgicos (SHIH et al., 2021). É utilizada exclusivamente sob infusão contínua nas taxas de 2 a 10 $\mu\text{g/kg/min}$ para correção do volume sistólico de animais com alterações na função cardíaca ou pela ação de anestésicos (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; AMADO et al., 2018).

A dobutamina raramente promove aumento da FC e vasoconstrição, inclusive, melhora a perfusão cardíaca por causar vasodilatação coronariana (AMADO et al., 2018). Além disso, em associação com a noradrenalina, demonstra benefícios no aumento do DC sem elevar o consumo de oxigênio pelo miocárdio e com poucos riscos de arritmias cardíacas (SILVERSTEIN, BEER, 2015; GREGORY et al., 2021). Animais que respondem à dobutamina com taquicardia podem ser sensíveis aos seus efeitos, portanto, recomenda-se a utilização em taxas de infusão menores (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

Uma desvantagem do uso da dobutamina é sua possível dependência para manutenção do DC no período pós-operatório e, por conta disso, sua retirada deve ocorrer de forma gradual e lenta, muitas vezes iniciada no próprio procedimento cirúrgico (TARIQ, ARONOW, 2015). Reduções na taxa de infusão em escalas de 2,5 $\mu\text{g/kg/min}$ podem ser realizadas de forma gradativa e se a pressão arterial for mantida por um período de 10 minutos, nova redução pode ser realizada (HUUSKONEN et al., 2022).

Por isso a dobutamina é mais indicada quando sua utilização for fundamental para doentes cardíacos ou naqueles animais que serão encaminhados para unidade de terapia intensiva ou semi-intensiva após o procedimento cirúrgico. Animais com diminuição de contratilidade cardíaca pela ação de anestésicos, possivelmente terão mais benefícios com o uso da noradrenalina (WEESSELINK et al., 2018).

Vasopressores

Os vasopressores aumentam a RVS por vasoconstrição e, por consequência, aumentam a pressão arterial (SILVERSTEIN, BEER, 2015). Entretanto, apesar do aumento da pressão arterial, na maioria das vezes o DC diminui em consequência da constrição extrema, especialmente em doses elevadas (THIELE et al., 2011). Comumente os vasopressores aumentam o metabolismo celular e, portanto, o requerimento de oxigênio. Dessa forma, os vasopressores tendem a não oferecer tantos benefícios na relação entre o DC e o consumo de oxigênio (SHABANA et al., 2020).

Por este motivo, são drogas indicadas exclusivamente em choques distributivos, principalmente quando refratários aos tratamentos com inotrópicos e vasopressores mistos, priorizando sua administração pelo menor período possível (CHOW et al., 2020). Para proporcionar maior segurança e melhor resultando, a combinação de vasopressores e fluidoterapia deve ser instituída simultaneamente (VALVERDE, 2021).

Nos casos em que o animal permanece durante infusões prolongadas com vasopressores, a retirada deve ocorrer de forma lenta e gradual. Isso acontece por conta de pressão arterial

excessivamente elevadas, forçando a saída de líquido do meio intracelular para o compartimento extracelular, exacerbando o estado hipovolêmico. Por conta disso, o animal torna-se dependente de vasopressores e pode ser prejudicial (TRUSE et al., 2019). Nessa situação, aumentar a fluidoterapia é fundamental para que a redução gradativa de vasopressores aconteça (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015; CHOW et al., 2020).

A vasopressina atua em receptores específicos de vasopressina e, por este motivo, pode ter efeito mesmo quando o tratamento com catecolaminas é insuficiente para manutenção da pressão arterial em animais com choque distributivo (SILVERSTEIN, BEER, 2015). Em contrapartida, seu potente efeito vasoconstritor pode prejudicar a perfusão das extremidades de membros e das vísceras. Portanto, a vasopressina deve ser utilizada na taxa de infusão efetiva mais baixa e pelo período mais curto possível (DUKE-NOVAKOVSKI, CARR, 2015).

Uma vantagem da vasopressina é que pode ser utilizada em combinação com a dobutamina em animais extremamente debilitados (ANNANE et al., 2018). A dose em bolus é de 0,2 a 0,6 UI/kg e sua taxa de infusão contínua varia de 0,002 a 0,006 UI/kg/min (BACKER, SCOLLETA, 2012). Devido às suas ações se concentrarem em receptores V1, a vasopressina não resulta em arritmias e pode aumentar a pressão arterial mesmo na presença de acidemia grave (HOLT, HASPEL, 2010).

Considerações finais

A hipotensão arterial intraoperatória é uma intercorrência anestésica que requer intervenção imediata. Para isso, a utilização de meios de monitoração da pressão arterial são fundamentais para o reconhecimento precoce. Diversas causas podem levar à queda da pressão arterial e, conseqüentemente, do débito cardíaco. Portanto, é necessário entender que diferentes etiologias causadoras de hipotensão arterial necessitam diferentes abordagens terapêuticas e, por sua vez, entendimento amplo do organograma envolto na manutenção do débito cardíaco e da pressão arterial.

Conflitos de interesse

O autor declara não haver conflito de interesses.

Contribuição do autor

Otávio Henrique de Melo Schiefler – ideia original, leitura e interpretação da literatura e escrita.

Referências bibliográficas

AMADO, J.; GAGO, P.; SANTOS, W.; MIMOSO, J.; JESUS, I. Choque cardiogênico – fármacos inotrópicos e vasopressores. **Portuguese Journal of Cardiology**, v. 35, n. 12, p. 681-685, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.repc.2016.08.004>

ASA. American Society of Anesthesiologists. **Standards for basic anesthetic monitoring**. 2020. Available at: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>. Accessed in: Dec 13, 2023.

ANNANE, D.; OUANES-BESBES, L.; BACKER, D.; DU B.; GORDON, A. C.; HERNÁNDEZ, G.; OLSEN, K. M.; OSBORN, T. M.; PEAKE, S.; RUSSELL, J. A.; CAVAZZONI, S. Z. A global perspective on

- vasoactive agents in shock. **Intensive Care Medicine**, v. 44, n. 6, p. 833-846, 2018. doi: <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5242-5>
- ARAUJO, J. A.; NOBREGA, J. N.; RAYMOND, R.; MILGRAM, N. W. Aged dogs demonstrate both increased sensitivity to scopolamine impairment and decreased muscarinic receptor density. **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**, v. 98, n. 2, p. 203-209, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2011.01.005>
- AWAD, H.; ALCODRAY, G.; RAZA, A.; BOULOS, R.; ESSANDOH, M.; BHANDARY, S.; DALTON, R. Intraoperative hypotension – physiologic basis and future directions. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 36, n. 7, p. 2154-2163, 2022. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.05.057>
- BACKER, D. D.; SCOLLETTA, S. Vasopressors in Shock: too early to move away from catecholamines? **British Journal of Pharmacology**, v. 165, n. 7, p. 2012-2014, 2012. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2011.01746.x>
- BARTELS, K.; ESPER, A. S.; THIELE, R. H. Blood pressure monitoring for the anesthesiologist: a practical review. **Anesthesia and Analgesia**, v. 122, n. 6, p. 1866-1879, 2016. doi: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001340>
- BEST, P. Use of anticholinergics in veterinary anaesthesia. **Australian Veterinary Journal**, v. 79, n. 1, p. 22-23, 2001. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2001.tb10631.x>
- BISHARA, D. Managing drugs with anticholinergic activity. **Drug and Therapeutics Bulletin**, v. 61, n. 9, p. 135-139, 2023. doi: <https://doi.org/10.1136/dtb.2022.000066>
- BOSIACK, A. P.; MANN, F. A.; DODAM, J. R.; WAGNER-MANN, C. C.; BRANSON, K. R. Comparison of ultrasonic Doppler flow monitor, oscillometric, and direct arterial blood pressure measurements in ill dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 20, n. 2, p. 207-215, 2010. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2010.00520.x>
- BROCK, K. A. Preanesthetic use of atropine in small animals. **Australian Veterinary Journal**, v. 79, n. 1, p. 24-25, 2001. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2001.tb10632.x>
- CAMPBELL, A. P.; SMRCKA, A. V. Targeting G protein-coupled receptor signalling by blocking G proteins. **Nature Reviews: Drug Discovery**, v. 17, n. 11, p. 789-803, 2018. doi: <https://doi.org/10.1038/nrd.2018.135>
- CATTAL, A.; RABOZZI, R.; FERASIN, H.; ISOLA, M.; FRANCI, P. Haemodynamic changes during propofol induction in dogs: new findings and approach of monitoring. **BMC Veterinary Research**, v. 14, p. 1-8, 2018. doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1608-8>
- CHEN, H. C.; SINCLAIR, M. D.; DYSON, D. H. Use of ephedrine and dopamine in dogs for the management of hypotension in routine clinical cases under isoflurane anesthesia. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 34, n. 5, p. 301-311, 2007. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2006.00327.x>
- CHOW, J. H.; ALBUELKASEM, E.; SANKOVA, S.; HENDERSON, R. A.; MAZZEFFI, M. A.; TANAKA, K. A. Reversal of vasodilatory Shock: current perspectives on conventional, rescue, and emerging vasoactive agents for the treatment of Shock. **Anesthesia and Analgesia**, v. 130, n. 1, p. 15-30, 2020. doi: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004343>
- CONTI-PATARA, A.; CALDEIRA, J. A.; JUNIOR, E. M.; CARVALHO, H. S. Changes in tissue perfusion parameters in dogs with severe sepsis/septic Shock in response to goal-directed hemodynamic optimization at admission to icu and the relation to outcome. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 22, n. 4, p. 409-418, 2012. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2012.00769.x>

- COSTA, R. S.; RAISIS, A. L.; HOSGOOD, G.; MUSK, G. C. Preoperative factors associated with hypotension in young anaesthetised dogs undergoing elective desexing. **Australian Veterinary Journal**, v. 93, n. 4, p. 99-104, 2015. doi: <https://doi.org/10.1111/avj.12306>
- CUNHA, A. F.; RAMOS, S. J.; DOMINGUES, M.; BEAUFRÈRE, H.; SHELBY, A.; STOUT, R.; ACIERNO, M. J. Agreement between two oscillometric blood pressure technologies and invasively measured arterial pressure in the dog. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 43, n. 2, p. 199-203, 2016. doi: <https://doi.org/10.1111/vaa.12312>
- DIXON, A.; FAUBER, A. E. Effect of anesthesia-associated hypotension on neurologic outcome in dogs undergoing hemilaminectomy because of acute, severe thoracolumbar intervertebral disk herniation: 56 cases (2007-2013). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 250, n. 4, p. 417-423, 2017. doi: <https://doi.org/10.2460/javma.250.4.417>
- DUKE-NOVAKOVSKI, T.; CARR, A. Perioperative blood pressure control and management. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 45, n. 5, p. 965-981, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.04.004>
- DYSON, D. H. Perioperative pain management in veterinary patients. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, v. 38, n. 6, p. 1309-1327, 2008. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.06.006>
- ETEMADI, M.; HOGUE, C. W. Preventing intraoperative hypotension. **Anesthesiology**, v. 133, n. 6, p. 1170-1172, 2020. doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003561>
- EVANS, L.; RHODES, A.; ALHAZZANI, W.; ANTONELLI, M.; COOPERSMITH, C. M.; FRENCH, C.; MACHADO, F. R.; MCINTYRE, L.; OSTERMANN, M.; PRESCOTT, H. C.; SCHORR, C.; SIMPSON, S.; WIERSINGA, W. J.; ALSHAMSI, F.; ANGUS, D. C.; ARABI, Y.; AZEVEDO, L.; BEALE, R.; BEILMAN, G.; BELLEY-COTE, E.; BURRY, L.; CECCONI, M.; CENTOFANTI, J.; YATACO, A. C.; WAELE, J.; DELLINGER, R. P.; DOI, K.; DU, BIN; ESTENSSORO, E.; FERRER, R.; GOMERSALL, C.; HODGSON, C.; MOLLER, M. H.; IWASHYNA, T.; JACOB, S.; KLEINPELL, R.; KLOMPAS, M.; KOH, Y.; KUMAR, A.; KWIZERA, A.; LOBO, S.; MASUR, H.; MCGLOUGHLIN, S.; MEHTA, S.; MEHTA, Y.; MER, M.; NUNNALLY, M.; OCZKOWSKI, S.; OSBORN, T.; PAPATHANASSOGLOU, E.; PERNER, A.; PUSKARICH, M.; ROBERTS, J.; SCHWEICKERT, W.; SECKEL, M.; SEVRANSKY, J.; SPRUNG, C. L.; WELTE, T.; ZIMMERMAN, J.; LEVY, M. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic Shock 2021. **Critical Care Medicine**, v. 49, n. 11, p. 1063-1145, 2021. doi: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005337>
- FANTONI, D.; SHIH, A. C. Perioperative fluid therapy. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 47, n. 2, p. 423-434, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.11.004>
- FELISBERTO, R.; GONZALEZ, A. G.; FLAHERTY, D.; CASORIA, V.; AUCKBURALLY, A. Validation of oscillometric blood pressure measurement using a Datex S/5 Compact multiparameter monitor in anaesthetized adult dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 49, n. 2, p. 156-164, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.12.001>
- FORTIN, J.; ROGGE, D. E.; FELLNER, C.; FLOTZINGER, D.; GROND, J.; LERCHE, K.; SAUGEL, B. A novel art of continuous noninvasive blood pressure measurement. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1387, 2021. doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21271-8>
- FUTIER, E.; LEFRANT, J-Y.; GUINOT, P-G.; GODET, T.; LORNE, E.; CUVILLON, P.; BERTRAN, S.; LEONE, M.; PASTENE, B.; PIRIOU, V.; MOLLIEUX, S.; ALBANESE, J.; JULIA, J.-M.; TAVERNIER, B.; IMHOFF, E.; BAZIN, J.-E.; CONSTANTIN, J.-M.; PEREIRA, B.; JABER, S. Effect of individualized vs standard blood pressure management strategies on postoperative organ dysfunction among high-risk patients

undergoing major surgery: a randomized clinical trial. **The Journal of the American Medical Association**, v. 18, n. 14, p. 1346-1357, 2017. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2017.14172>

GREGORY, A.; STAPELFELDT, W. H.; KHANNA, A.; SMISCHNEY, N. J.; BOERO, I. J.; CHEN, Q.; STEVENS, M.; SHAW, A. Intraoperative hypotension is associated with adverse clinical outcomes after noncardiac surgery. **Anesthesia and Analgesia**, v. 132, n. 6, p. 1654-1665, 2021. doi: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005250>

GRUBB, T.; SAGER, J.; GAYNOR, J. S.; MONTGOMERY, E.; PARKER, J. A.; SHAFFORD, H.; TEARNEY, C. 2020 AAHA anesthesia and monitoring guidelines for dogs and cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 56, n. 2, p. 59-82, 2020. doi: <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>

HATTERSLEY, R.; GIBSON, F. D.; DEMETRIOU, J.; ELMENHORST, K.; KULENDRA, N.; MIELKE, B.; WOODS, S. Impact of intra-operative hypotension on mortality rates and post-operative complications in dogs undergoing cholecystectomy. **Journal of Small Animal Practice**, v. 61, n. 10, p. 624-629, 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/jsap.13199>

HENAO-GUERRERO, N.; RICCÓ, C. H. Comparison of the cardiorespiratory effects of a combination of ketamine and propofol, propofol alone, or a combination of ketamine and diazepam before and after induction of anesthesia in dogs sedated with acepromazine and oxymorphone. **American Journal of Veterinary Research**, v. 75, n. 3, p. 231-239, 2014. doi: <https://doi.org/10.2460/ajvr.75.3.231>

HOLT, N. F.; HASPEL, K. L. Vasopressin: a review of therapeutic applications. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 24, n. 2, p. 330-347, 2010. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2009.09.006>

HOWARD, J.; WIGLEY, J.; ROSEN, G.; D'MELLO, J. Glycopyrrolate: it's time to review. **Journal of Clinical Anesthesia**, v. 36, n. 1, p. 51-53, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.09.013>

HUUSKONEN, V.; RESTITUTTI, F.; RAEKALLIO, M.; HONKAVAARA, J.; PESONEN, T.; VAINIO, O. Cardiovascular effects of dobutamine, norepinephrine and phenylephrine in isoflurane-anaesthetized dogs administered dexmedetomidine-vatinoxan. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 49, n. 6, p. 546-555, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2022.07.007>

KELM, D. J.; PERRIN, J. T.; CARTIN-CEBA, R.; GAJIC, O.; SCHENCK, L.; KENNEDY, C. C. Fluid overload in patients with severe sepsis and septic Shock treated with early goal-directed therapy is associated with increased acute need for fluid-related medical interventions and hospital death. **Shock**, v. 43, n. 1, p. 68-73, 2015. doi: <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000268>

KENNEDY, M. J.; BARLETTA, M. Agreement between Doppler and invasive blood pressure monitoring in anesthetized dogs weighing < 5 kg. **Journal of the American Hospital Association**, v. 51, n. 5, p. 300-305, 2015. doi: <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6163>

KOJIMA, K.; ISHIZUKA, T.; SASAKI, N.; NAKAMURA, K.; TAKIGUCHI, M. Cardiovascular effects of dose escalating of norepinephrine in healthy dogs anesthetized with isoflurane. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 48, n. 5, p. 654-662, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.06.010>

KOO, S. T.; CARR, A. P. Comparison of home blood pressure and office blood pressure measurement in dogs and cats. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 86, n. 3, p. 203-208, 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35794970/>

LIZUKA, T.; KAMATA, M.; YANAGAWA, M.; NISHIMURA, R. Incidence of intraoperative hypotension during isoflurane-fentanyl and propofol-fentanyl anaesthesia in dogs. **The Veterinary Journal**, v. 198, n. 1, p. 289-291, 2013. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.021>

MONNET, X.; MARIK, P. E.; TEBOUL, J.-L. Prediction of fluid responsiveness: an update. **Annals of Intensive Care**, v. 6, n. 1, p. 111, 2016. doi: <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0216-7>

MONTEIRO, E. R.; NETO, F. J. T.; CASTRO, V. B.; CAMPAGNOL, D. Effects of acepromazine on the cardiovascular actions of dopamine in anesthetized dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 34, n. 5, p. 312-321, 2007. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2006.00328.x>

ORSO, D.; PAOLI, I.; PIANI, T.; CILENTI, F. L.; CRISTIANI, L.; GUGLIELMO, N. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Intensive Care Medicine**, v. 35, n. 4, p. 354-363, 2020. doi: <https://doi.org/10.1177/0885066617752308>

RANGEL, J. P. P.; MONTEIRO, E. R.; BITTI, F. S.; NUNES JUNIOR, J. S.; CAMPAGNOL, D. Hemodynamic effects of incremental doses of acepromazine in isoflurane-anesthetized dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 48, n. 2, p. 167-173, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2020.11.003>

RIVERS, E.; NGUYEN, B.; HAVSTAD, S.; RESSLER, J.; MUZZIN, A.; KNOBLICH, B.; PETERSON, E.; TOMLANOVICH, M. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. **The New England Journal of Medicine**, v. 345, n. 19, p. 1368-1377, 2001. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa010307>

RUFFATO, M.; NOVELLO, L.; CLARK, L. What is the definition of intraoperative hypotension in dogs? Results from a survey of diplomates of the ACVAA and ECVAA. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 42, n. 1, p. 55-64, 2015. doi: <https://doi.org/10.1111/vaa.12169>

SANT'ANA, A. J.; OTSUKI, D. A.; NOEL-MORGAN, J.; LEITE, V. F.; FANTONI, D. T.; HAJJAR, L. A.; GALAS, F. R. B. G.; ALMEIDA, J. P.; FUKUSHIMA, J.; AULER JÚNIOR, J. O. C. Use of pulse pressure variation to estimate changes in preload during experimental acute normovolemic hemodilution. **Minerva Anestesiologica**, v. 78, n. 4, p. 426-433, 2012.

SAUGEL, B.; KOUZ, K.; MEIDERT, A. S.; SCHULTE-UENTROP, L.; ROMAGNOLI, S. How to measure blood pressure using an arterial catheter: a systematic 5-step approach. **Critical Care**, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2020. doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02859-w>

SESSLER, D. I.; SHORT, T. G. Intraoperative hypotension and complications. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 78, n. 18, p. 1765-1767, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.08.049>

SHABANA, A.; DHOLOO, F.; BANERJEE, P. Inotropic agents and vasopressor in the treatment of cardiogenic shock. **Current Heart Failure Reports**, v. 17, n. 6, p. 438-448, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s11897-020-00493-9>

SHIH, P.-C.; LEE, C.-H.; WANG, S.-L. Comparison of simultaneous measurements of forelimb and hindlimb systolic blood pressure in conscious dogs. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 42, 100492, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2020.100492>

SILVERSTEIN, D. C.; BEER, K. A. S. Controversies regarding choice of vasopressor therapy for management of septic Shock in animals. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 25, n. 1, p. 48-54, 2015. doi: <https://doi.org/10.1111/vec.12282>

SINCLAIR, M. D.; DYSON, D. H. The impact of acepromazine on the efficacy of crystalloid, dextran or ephedrine treatment in hypotensive dogs under isoflurane anesthesia. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 39, n. 6, p. 563-573, 2012. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2012.00766.x>

SINGER, M.; DEUTSCHAMAN, C. S.; SEYMOUR, C. W.; SHANKAR-HARI, M.; ANNANE, D.; BAUER, M.; BELLOMO, R.; BERNARD, G. R.; CHICHE, J.-D.; COOPERSMITH, C. M.; HOTCHKISS, R. S.; LEVY, M. M.; MARSHALL, J. C.; MARTIN, G. S.; OPAL, S. M.; RUBENFELD, G. D.; VAN DER POLL, T.; VINCENT, J.-L.; ANGUS, D. C. The third international consensus definitions for sepsis and septic Shock

(sepsis-3). **The Journal of the American Medical Association**, v. 315, n. 8, p. 801-810, 2016. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>

SKELDING, A.; VALVERDE, A. Review of non-invasive blood pressure measurement in veterinary species. Part 2: evaluation of the performance of non-invasive devices. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 61, n. 5, p. 481-498, 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32355347/>

SÜDFELD, S.; BRECHNITZ, S.; WAGNER, J. Y.; REESE, P. C.; PINNSCHMIDT, H. O.; REUTER, D. A.; SAUGEL, B. Post-induction hypotension and early intraoperative hypotension associated with general anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia**, v. 119, n. 1, p. 57-64, 2017. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aex127>

TARIQ, S.; ARONOW, W. S. Use of inotropic agents in treatment of systolic heart failure. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 12, p. 29060-29068, 2015. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms161226147>

THIELE, R. H.; NEMERGUT, E. C.; LYNCH, C. The clinical implications of isolated alpha (1) adrenergic stimulation. **Anesthesia and Analgesia**, v. 113, n. 2, p. 297-304, 2011. doi: <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182120ca5>

TRIM, C. M.; HOFMEISTER, E. H.; QUANDT, J. E.; SHEPARD, M. K. A survey of the use of arterial catheters in anesthetized dogs and cats: 267 cases. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 27, n. 1, p. 89-95, 2017. doi: <https://doi.org/10.1111/vec.12543>

TRUSE, R.; GREWE, S.; HERMINGHAUS, A.; SCHULZ, J.; WEBER, A. P. M.; METTLER-ALTMANN, T.; BAUER, I.; PICKER, O.; VOLLMER, C. Exogenous vasopressin dose-dependently modulates gastric microcirculatory oxygenation in dogs via V1A receptor. **Critical Care**, v. 23, n. 1, p. 353, 2019. doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2643-y>

VALVERDE, A. Fluid resuscitation for refractory hypotension. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 1-12, 2021. doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.621696>

VÉZINA-AUDETTE, R.; STEAGALL, P. V. M.; GIANOTTI, G. Prevalence of and covariates associated with the oculocardiac reflex occurring in dogs during enucleation. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 255, n. 4, p. 454-458, 2019. doi: <https://doi.org/10.2460/javma.255.4.454>

WALSH, M.; DEVEREAUX, P. J.; GARG, A. X.; KURZ, A.; TURAN, A.; RODSETH, R. N.; CYWINSKI, J.; THABANE, L.; SESSLER, D. I. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: toward an empirical definition of hypotension. **Anesthesiology**, v. 119, n. 3, p. 507-515, 2013. doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182a10e26>

WEESSELINK, E. M.; KAPPEN, T. H.; TORN, H. M.; SLOOTER, A. J. C.; KLEI, W. A. Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review. **British Journal of Anaesthesia**, v. 121, n. 4, p. 706-721, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.04.036>

YOUN, G.; WASCHAK, M. J.; KUNKEL, K. A. R.; GERARD, P. D. Outcome of elective cholecystectomy for the treatment of gallbladder disease in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 252, n. 8, p. 970-975, 2018. doi: <https://doi.org/10.2460/javma.252.8.970>

Recebido em 24 de setembro de 2024
Retornado para ajustes em 7 de fevereiro de 2025
Recebido com ajustes em 10 de fevereiro de 2025
Aceito em 11 de fevereiro de 2025