

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

MARIA VITÓRIA GILVAN DA SILVA

**CONCORDÂNCIA ENTRE O DISPOSITIVO OSCILOMÉTRICO DE ALTA
DEFINIÇÃO COM O MÉTODO DE PRESSÃO INVASIVA PARA AFERIÇÃO DE
PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM GATOS ANESTESIADOS**

**UBERLÂNDIA
JUNHO DE 2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

MARIA VITÓRIA GILVAN DA SILVA

**CONCORDÂNCIA ENTRE O DISPOSITIVO OSCILOMÉTRICO DE ALTA
DEFINIÇÃO COM O MÉTODO DE PRESSÃO INVASIVA PARA AFERIÇÃO DE
PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM GATOS ANESTESIADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Medicina Veterinária

Área de concentração: Cardiologia e Hemodinâmica

Orientador: Prof. Dr. Matheus Matioli Mantovani

**UBERLÂNDIA
JUNHO DE 2023**

MARIA VITÓRIA GILVAN DA SILVA

**CONCORDÂNCIA ENTRE O DISPOSITIVO OSCILOMÉTRICO DE ALTA
DEFINIÇÃO COM O MÉTODO DE PRESSÃO INVASIVA PARA AFERIÇÃO DE
PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM GATOS ANESTESIADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para aprovação na disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso II

Banca Examinadora:
Uberlândia, 29 de junho de 2023

Matheus Matioli Mantovani – Titulação (UFU)

Mônica Horr – Titulação (UFU)

Isabela Santana – Titulação (UFU)

AGRADECIMENTOS

Em memória a minha maior inspiração, meu maior exemplo de vida e meu incentivo diário para ter iniciado esse caminho, Ivonete Aparecida Silva, obrigada por tudo mãe, rest in power.

Agradeço aos meus pais Ivonete e Sebastião e a toda minha família, por me apoiarem em todos os momentos ao longo desses cinco anos de graduação, que diversas vezes foi tão difícil. Serei eternamente grata a todo apoio, amor, paciência e compreensão que tiveram comigo

Ao meu orientador e a minha querida professora, Matheus Matioli Mantovani e Mônica Horr. Com vocês eu despertei um lado da Medicina Veterinária que nunca havia imaginado trabalhar antes e com isso descobri a área que quero para a vida

A querida Isabela Santana por toda paciência em me ensinar e me ajudar com a coleta de material que por vezes foi tão difícil.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET Medicina Veterinária), por ter auxiliado tanto no meu desenvolvimento pessoal, quanto profissional, graças a todos e em especial ao nosso tutor Robson Carlos Antunes, hoje tenho certeza de que meu lugar é na docência.

Agradeço a toda equipe do Hospital do Animal por estarem comigo durante quase toda minha graduação me ensinando de maneira gradativa a amar, cuidar, respeitar e trabalhar da melhor forma possível com a clínica de animais de companhia, com vocês aprendi a admirar e amar ainda mais essa área.

Agradeço aos meus grandes amigos, Pedro, Carolina, Izabelle, os integrantes do "caipirinha de banana", a todos os outros, e em memória a minha melhor amiga Izabelle Oliveira Xavier. Com o apoio diário de vocês essa jornada se tornou mais leve.

Agradeço a minha inspiração diária e o maior motivo dos meus estudos incessantes todos os dias para me tornar uma profissional melhor, meu cachorro, Charles Darwin, sem você ao meu lado todos os dias me acompanhando nada disso faria sentido.

Obrigada a todos que fizeram e fazem parte dessa jornada.

RESUMO

A pressão arterial (PA) é um parâmetro vital de suma importância na rotina médica de pequenos animais, através dela é possível ter noção geral do estado hemodinâmico dos pacientes. A aferição da PA pode ser feita tanto de forma direta, por meio da aferição por pressão invasiva, considerada o padrão, quanto de forma indireta com o uso do aparelho de Doppler vascular ou através do oscilométrico de pulso. Com o surgimento de novos métodos de aferição não invasiva de pressão, o uso da técnica de pressão invasiva se torna uma alternativa viável, prática e barata para se fazer a comparação entre os métodos como forma de verificar a acurácia dos procedimentos indiretos não invasivos. Com isso, esse estudo tem como intuito avaliar a precisão do oscilométrico de alta definição (InCardio) durante a manutenção anestésica em gatos submetidos ao procedimento de ovariosalpingohisterectomia e orquiectomia. A Pressão Arterial Invasiva é considerada o método “padrão ouro” para aferição da pressão arterial, sendo realizada através do cateterismo arterial. Uma vez que, essa técnica proporciona maior acurácia dos valores de PA. As diferenças entre o método de mensuração de pressão arterial a ser avaliado oscilométrico de alta definição (PASOAD) em relação aos métodos invasivos (PASinv) serão analisadas pelo método de Bland-Altman e comparadas por meio do teste T de Student. Nesse estudo foram avaliados 7 gatos, todas sem raça definida (SRD) com peso entre 2,5 kg e 5 kg. Foi estabelecido um total de 9 aferições de pressão com intervalo de 30 segundos entre cada aferição por ambos os métodos para cada paciente. Em gatos, o método Oscilométrico de Alta Definição (InCardio) não apresenta boa concordância com o método de aferição por pressão invasiva. Após a análise estatística utilizando o método de Bland-Altman, verificou-se que a Pressão Arterial Sistólica apresentou um viés de 15,3 mmHg, indicando uma superestimação de pelo menos 15 mmHg pelo método HDO em relação à outra técnica. Além disso, o desvio padrão de 18 mmHg excede o critério estabelecido pelo ACVIM de 15 mmHg, evidenciando uma falta de concordância entre os valores de PAS obtidos pelos dois métodos.

Palavras-chave: Oscilométrico de Alta Definição, Pressão Arterial, Pressão invasiva

ABSTRACT

*Blood pressure (BP) is a vital parameter of utmost importance in the medical routine of small animals, through which it is possible to have a general notion of the hemodynamic status of patients. BP can be measured directly, using invasive pressure measurement, considered the standard, or indirectly using vascular Doppler or pulse oscillometric devices. With the emergence of new noninvasive pressure measurement methods, the invasive pressure technique becomes a viable, practical, and inexpensive alternative for comparing methods to verify the accuracy of noninvasive indirect procedures. Thus, this study aims to evaluate the high definition oscillometric (InCardio) accuracy during anesthetic maintenance in cats submitted to ovariosalpingohysterectomy and orchietomy. Invasive Blood Pressure is the “gold standard” method for measuring blood pressure, performed through arterial catheterization. Since this technique provides greater accuracy of BP values. The differences between the method of measuring blood pressure to be evaluated high-definition oscillometric (PASOAD) in relation to the invasive methods (PASinv) will be analyzed using the Bland-Altman method and compared using Student's *t* test. In this study, 7 cats were evaluated, all mixed breed (SRD) weighing between 2.5 kg and 5 kg. A total of 9 pressure measurements were established with an interval of 30 seconds between each measurement by both methods for each patient. In cats, the High Definition Oscillometric method (InCardio) does not show good agreement with the invasive pressure measurement method. After the statistical analysis using the Bland-Altman method, it was found that the Systolic Blood Pressure had a bias of 15.3 mmHg, indicating an overestimation of at least 15 mmHg by the HDO method in relation to the other technique. Furthermore, the standard deviation of 18 mmHg exceeds the criterion established by the ACVIM of 15 mmHg, evidencing a lack of agreement between the SBP values obtained by the two methods.*

Keywords: *High-definition oscillometric. Blood pressure. Invasive pressure*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Artéria metatársica cateterizada

Figura 2 - Transdutor

Figura 3 - Ondas de pressão geradas pelo HDO

Figura 4 - HDO InCardio

Figura 5 - Sistema cateter-tubulação-transdutor

Figura 6 - Bolsa Pressurizada

Figura 7 - Monitorização de parâmetros vitais

Figura 8 - Manguito neonatal

Figura 9 - Cateterização periférica

Figura 10 - Gráfico de Bland-Altman com os valores de PAS obtido pelo uso de PAMinv e HDO.

Figura 11 - Gráfico de Bland-Altman com os valores de PAD obtido pelo uso de PAMinv e HDO.

Figura 12 - Gráfico de Bland-Altman com os valores de PAM obtido pelo uso de PAMinv e HDO.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios de referência de Pressão Arterial segundo o Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (ACVIM), comparativamente aos resultados obtidos no presente estudo.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT I: Angiotensina I
AT II: Angiotensina II
DC: Débito Cardíaco
DU: Doppler Ultrassônico
ECA: Enzima Conversora de Angiotensina
FC: Frequência Cardíaca
HDO: High definition oscillometry
PA: Pressão Arterial
PAD: Pressão Arterial Diastólica
PAI: Pressão Arterial Média Invasiva
PAM: Pressão Arterial Média
PAMinv: Pressão Arterial Média Invasiva
PAS: Pressão Arterial Sistólica
OAD: Oscilométrico de Alta Definição
OSH: Ovariosalpingohisterectomia
RVP: Resistência Vascular Periférica
SNAS: Sistema Nervoso Autônomo Simpático
SRAA: Sistema Renina Angiotensina Aldosterona
VS: Volume Sistólico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	HIPÓTESE	2
3	OBJETIVO	2
4	REVISÃO DE LITERATURA	3
<u> </u>	4.1 Fisiologia da Pressão Arterial	3
<u> </u>	4.2 Método invasivo	4
<u> </u>	4.3 Oscilométrico de Alta Definição (HDO).....	6
5	METODOLOGIA	8
<u> </u>	5.1 Seleção dos animais.....	8
<u> </u>	5.2 Procedimento anestésico e instrumentos	8
<u> </u>	5.3 Análise estatística	11
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
7	CONCLUSÃO	15

1 INTRODUÇÃO

A pressão arterial (PA) é a força exercida pelo sangue nas paredes das artérias. Ela é responsável por garantir a perfusão adequada dos tecidos do organismo, sendo determinada tanto pelo volume sanguíneo quanto pelo tônus do vaso arterial (EGNER, 2003; GUYTON e HALL, 2005, LUMB e JONES, 2015).

A pressão arterial sistólica (PAS) é o valor mais elevado durante o ciclo cardíaco, determinado pela complacência arterial e pelo volume sistólico. Por outro lado, a pressão arterial diastólica (PAD) é o valor mais baixo antes de uma nova sístole. A pressão arterial média (PAM) equivale à média da superfície da onda de pressão (LUMB e JONES, 2015).

A pressão arterial pode ser avaliada de forma direta ou indireta. O método de mensuração indireta é realizado com o uso do aparelho Doppler vascular, esfigmomanômetro e manguito oclusivo. Além disso, existe uma aferição através da oscilometria de pulso, que consiste em colocar o manguito de oclusão em um dos membros do animal. Nesse método, o aparelho infla e desinfla o manguito de maneira automática, enquanto o dispositivo oscilométrico analisa a variação de pressão dentro do manguito. Por outro lado, o método direto, também conhecido como pressão média invasiva (PAMiv), é considerado o padrão ouro. Essa técnica envolve a aferição da PA através da canulação arterial e montagem do dispositivo de medida (LUMB e JONES, 2015).

O método não invasivo de oscilometria convencional fornece aferição da PAM e, por meio de um algoritmo, estima os valores de PAS e PAD. Essa técnica possui vantagens como a redução do estresse durante a manipulação, praticidade e automatização da conferência. No entanto, pode apresentar uma diminuição controlada da acurácia em pacientes com vasoconstrição, arritmias, taquicardia ou hipotensão (SKELDING e VALVER, 2020).

A técnica de aferição de PAS por meio da oscilometria de alta definição (HDO) permite a análise das variações de pressão em tempo real. Ela reconhece as alterações que as ondas do pulso causam na parede dos vasos arteriais e fornecem os valores de pressão arterial média, sistólica e diastólica (SELISKAR et al., 2012). Além disso, o HDO, quando comparado à oscilometria tradicional, mantém a característica de ser um método não invasivo e menos estressante, mostrando-se mais precisa (FAVATO, 2021).

Já o método direto de aferição de pressão arterial invasiva é realizado por meio do cateterismo intra-arterial. Com o auxílio de um dispositivo de medição, como um sistema de

manômetro ou transdutor comercial, a pressão é aferida. A viabilidade do cateter é mantida por meio de lavagens contínuas com solução heparinizada (LUMB e JONES, 2015).

Monitorizar o sistema cardiovascular é essencial para garantir a perfusão adequada dos tecidos e a oxigenação durante procedimentos anestésicos, uma vez que mudanças rápidas e significativas de hipotensão ou hipertensão podem influenciar o estado hemodinâmico do paciente. Quedas acentuadas da pressão arterial podem comprometer a perfusão coronariana e cerebral, causando danos aos órgãos. Além disso, a hipertensão grave, mesmo que transitória, pode levar a edemas e hemorragias, especialmente em órgãos como o cérebro e os pulmões (LUMB e JONES, 2015).

Pacientes em unidades de terapia intensiva também requerem monitorização constante da pressão arterial devido a alterações hemodinâmicas importantes, o que é indispensável para ajustar e garantir a eficácia do tratamento (TEBALDI, 2015). Doenças como doença renal crônica e hipertireoidismo, que estão relacionadas à hipertensão arterial, requerem avaliação frequente devido ao risco de lesão tecidual que podem causar (STEPIEN, 2011).

Dessa forma, a mensuração adequada da pressão arterial é fundamental para a avaliação da saúde cardiovascular e a detecção precoce de possíveis alterações. Portanto, sua monitorização constante é essencial para garantir a saúde e o bem-estar dos animais.

2 HIPÓTESE

A técnica de oscilometria de alta definição (HDO) apresenta concordância adequada com a técnica invasiva de pressão arterial média (PAMiv) na mensuração da pressão arterial sistólica, diastólica e média em gatos submetidos a procedimentos anestésicos. Essa garantia sugere que o HDO pode ser uma opção precisa e menos invasiva para monitorar esse parâmetro em rotinas anestésicas.

3 OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar a concordância entre a técnica invasiva de pressão arterial média (PAMiv) e a técnica não invasiva de oscilometria de alta definição na mensuração da pressão arterial sistólica, diastólica e média em gatos submetidos a procedimentos

anestésicos. Além disso, procure-se determinar se o HDO pode ser uma alternativa viável e confiável para a monitorização da pressão arterial média durante a anestesia em gatos, proporcionando uma abordagem menos invasiva e facilitando o trabalho dos profissionais veterinários.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Fisiologia da Pressão Arterial

A pressão arterial é obtida pelo produto do débito cardíaco (DC) pela Resistência Vascular Periférica (RVP), e pode ser calculada pela seguinte equação: $PA = DC \times RVP$. O débito cardíaco, por sua vez, pode ser calculado pelo produto entre o Volume Sistólico (VS) e a Frequência Cardíaca (FC), e é representado pela fórmula: $DC = FC \times VS$ (LUMB e JONES, 2015).

A PA é composta por diferentes componentes: pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM). A PAS é o pico máximo da onda de pressão arterial durante um ciclo cardíaco. A PAD, por outro lado, corresponde ao valor mínimo da onda de pressão arterial e é influenciada pelo tônus vasomotor e pela frequência cardíaca e está relacionada à perfusão coronariana. Já a PAM é influenciada pelo débito cardíaco e pela resistência vascular sistêmica, e pode ser calculada pela equação: $PAM = PAS + (2 \times PAD)/3$ (LUMB e JONES, 2015).

A PA é um parâmetro vital de suma importância na clínica médica e cirúrgica de pequenos animais, uma vez que permite avaliar o estado hemodinâmico do paciente. Ela é controlada por diferentes sistemas do organismo animal, como o sistema nervoso autônomo simpático (SNAS), Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (SRAA) e pelo endotélio vascular, que colaboram para manter os níveis de pressão adequados a fim de garantir a perfusão tecidual adequada (WARD et al., 2012; GUYTON e HALL, 2005).

O sistema nervoso simpático, quando ativado, libera catecolaminas como a norepinefrina, que resultam em efeitos inotrópicos e cronotrópicos positivos, levando ao aumento da contração e da frequência cardíaca, bem como na contração das veias e arteríolas. Além disso, ocorre a estimulação das glândulas adrenais pelos nervos simpáticos, levando à

secreção de norepinefrina e epinefrina na corrente sanguínea, de modo que ocorra o estímulo simpático direto (STUPIEN et al. 2009; GUYTON e HALL, 2017).

Por outro lado, o sistema renal regula a pressão arterial por meio do sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) e por meio de mudanças no volume do líquido extracelular. Em episódios de hipotensão, ocorre a liberação da enzima renina, que é produzida e armazenada nas células do aparelho justaglomerular. A renina, por sua vez, converte a α 2-glicoproteína angiotensinogênio em angiotensina I (AT I). A AT I possui propriedades vasoconstritoras, no entanto, seu poder de ação não é suficiente para causar um aumento significativo na pressão arterial. Assim, a AT I é convertida em angiotensina II (AT II) pela ação da enzima conversora de angiotensina (ECA). A AT II, por sua vez, possui um efeito vasoconstritor mais potente nas arteríolas, levando ao aumento da resistência vascular periférica e, conseqüentemente, ao aumento dos valores de pressão arterial. Além disso, a AT II estimula a liberação dos hormônios aldosterona, produzidos na região cortical das glândulas adrenais. Esse hormônio é responsável pela retenção de sódio e água, o que leva ao aumento da volemia, do volume sistólico e, conseqüentemente, da pressão arterial (GUYTON e HALL, 2017).

O endotélio vascular secreta a endotelina, um potente peptídeo vasoconstritor, liberado para auxiliar no ajuste da pressão arterial. A endotelina atua em receptores das células da musculatura lisa dos vasos, ativando canais de cálcio dependentes de voltagem. Isso resulta em um aumento do influxo de cálcio extracelular. O cálcio, ligado à calmodulina, ativa a miosina de cadeia leve e induz a contração da musculatura vascular, levando ao aumento da pressão arterial (GUYTON e HALL, 2017; BATLOUNI, 2001).

Em gatos, valores de Pressão Arterial Média abaixo de 60 mmHg e Pressão Arterial Sistólica inferior a 90 mmHg são motivo de grande preocupação, uma vez que podem indicar comprometimento de diversos órgãos e tecidos devido à hipoperfusão tecidual. Por outro lado, valores contínuos de hipertensão aguda, com PAM acima de 140 mmHg ou PAS acima de 180 mmHg, ou no caso de animais com hipertensão crônica, em que a PAM ultrapassa 120 mmHg e PAS ultrapassa 160 mmHg, também são preocupantes, pois podem causar lesões em órgãos-alvo, como cérebro, rins, coração e globo ocular (LUMB e JONES, 2015).

4.2 Método invasivo

A Pressão Arterial Invasiva (PAI) é considerada o método “padrão ouro” para aferição da pressão arterial, sendo realizada através do cateterismo arterial. Uma vez que, essa técnica proporciona maior acurácia dos valores de PA. Para medir a Pressão Arterial Invasiva e obter dados sobre a pressão arterial sistêmica sistólica, diastólica e média, é necessário realizar o cateterismo arterial periférico mediante uma punção percutânea (figura 1).

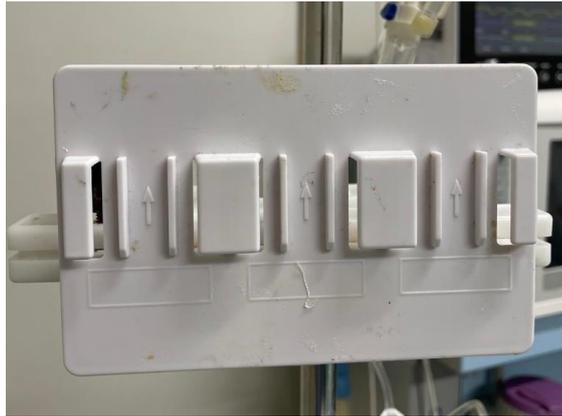
Figura 1: Imagem demonstrando artéria metatársica de gata cateterizada com cateter 24 G e acoplada ao sistema cateter-tubulação-transdutor.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

Esse cateter é conectado a um equipo preenchido com solução salina heparinizada, cuja finalidade é estabelecer uma conexão direta entre o sistema da artéria e o transdutor de pressão. O transdutor de pressão (figura 2) é responsável por captar as oscilações de pressão detectadas pela linha arterial, convertendo-as em sinais elétricos. Esses sinais elétricos são transmitidos para um monitor, onde podem ser visualizados na forma de ondas de PA, permitindo uma análise mais precisa da pressão arterial (OLIVEIRA, NETO et., al 2021).

Figura 2: Transdutor de pressão que é conectado ao monitor multiparamétrico que permite a visualização das ondas de pressão arterial.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Após a cateterização da artéria, é importante posicionar o transdutor de pressão na altura do coração e zerá-lo antes da medição inicial. Isso é feito para garantir que a pressão hidrostática seja igual a zero. É importante notar que a posição correta do transdutor em relação ao coração é crucial para uma medição precisa da pressão arterial.

A cada diferença de 1 cm no posicionamento vertical do transdutor em relação ao coração, ocorre uma variação de 0,74 mmHg na leitura da pressão arterial. Se o transdutor estiver posicionado acima do coração, a pressão arterial medida será subestimada em 0,74 mmHg para cada centímetro de diferença. Por outro lado, se o transdutor estiver posicionado abaixo do coração, a pressão arterial medida será superestimada em 0,74 mmHg para cada centímetro de diferença. (CEREJO, 2016).

Em gatos, as artérias mais comumente utilizadas para canulação e aferição são a artéria dorsal do metatarso, radial, carpal, coccígea, lingual e femoral. No entanto, é importante ressaltar que a cateterização arterial em gatos apresenta desafios específicos devido às características das artérias desses animais. As artérias dos gatos são naturalmente pequenas, exigindo habilidade e prática do manipulador durante o procedimento. Além disso, ocorre vasoconstrição rápida após o corte e manipulação arterial (LUMB e JONES, 2015).

É crucial ter cuidado ao inserir o cateter na artéria femoral ou na artéria do metatarso em gatos, pois a presença prolongada do cateter nessas regiões pode levar à isquemia podálica se não houver circulação colateral adequada. Portanto, é necessário monitorar de perto o animal durante e após o procedimento, garantindo o fluxo sanguíneo adequado na área afetada (LUMB e JONES, 2015).

4.3 Oscilométrico de Alta Definição (HDO)

O método de aferição da pressão arterial por oscilometria de alta definição (OAD) é uma técnica não invasiva amplamente utilizada na medicina veterinária durante o período transoperatório. Essa técnica é particularmente útil para monitorar os valores da pressão arterial durante procedimentos hospitalares, pois permite a aferição automática ou manual em intervalos de tempo pré-estabelecidos (AMORIM, 2016).

Para realizar essa técnica, um manguito oclusivo é colocado em uma das artérias do membro do paciente e inflado até atingir uma pressão considerável, permitindo a detecção das oscilações do pulso arterial. Em seguida, a pressão é gradualmente reduzida e o manguito começa a desinflar até que as oscilações do pulso arterial sejam retomadas (AMORIM, 2016).

Segundo a literatura (MARTEL et al., 2013), o método oscilométrico é uma abordagem não invasiva e indireta amplamente utilizado na aferição da pressão arterial em animais. Consiste na colocação de um manguito em um dos membros ou na cauda do animal, paralelamente à artéria periférica correspondente. Os dispositivos de medição inflam o manguito até que o fluxo arterial seja interrompido e, em seguida, a pressão é gradualmente reduzida até que seja possível mensurar a pressão arterial (SKELDING; VALVERDE, 2020).

Mediante as oscilações geradas pela onda de pulso na parede arterial, obtém-se a PAM, por meio de um algoritmo que estima os valores da pressão sistólica e diastólica (figura 3). Um ponto positivo do método de oscilometria de alta definição é a capacidade de reconhecer artefatos e arritmias, utilizando a captação em tempo real das oscilações da parede arterial por meio da onda de pulso. Além disso, o método HDO é capaz de detectar uma faixa mais ampla de valores de frequência cardíaca e pressão arterial em comparação com o método de oscilometria convencional (SELISKAR et al., 2013).

Figura 3: Imagem de ondas de pressão geradas pelo dispositivo oscilométrico de alta definição InCardio.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

No caso específico da aferição da pressão arterial sistólica pelo método HDO, o aparelho avalia a taxa de fluxo do paciente e ajusta o esvaziamento do manguito com base nas medições subsequentes (SKELDING; VALVERDE, 2020).

A *Impulse Animal and Health* desenvolveu um dispositivo de oscilometria de alta definição especialmente adequado para uso em cães e gatos (figura). No entanto, é fundamental que esse método seja submetido à aprovação e validação em comparação com o método de referência PAMinv.

Figura 4: Imagem do dispositivo oscilométrico de alta definição InCardio.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

5 METODOLOGIA

5.1 Seleção dos animais

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Bioética da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e possui um caráter observacional, prospectivo e transversal. Foram selecionados sete gatos, classificadas como ASA I, com pesos entre 2,5 kg e 5 kg, de qualquer idade e raça, que foram submetidas ao procedimento eletivo de ovariosalpingohisterectomia (OSH) e orquiectomia no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (HOVET-UFU). Para o estadiamento clínico da saúde dos animais, foram realizados exames de triagem básicos, como hemograma completo e pesquisa de hemoparasitas, além do exame físico.

5.2 Procedimento anestésico e instrumentos

Para preparar os animais para a manobra anestésica, os tutores foram orientados a manter um período de jejum alimentar de 8 horas e jejum hídrico de 4 horas antes do procedimento. Para as gatas submetidas a OSH a medicação pré-anestésica (MPA) consistiu na administração de Metadona (0,1 mg/kg), Dexmedetomidina (2 µg/kg), Midazolam (0,2 mg/kg) e Cetamina (2 mg/kg). Já para os gatos submetido a orquiectomia a MPA constituiu-se da administração de Dexmedetomidina (2 mcg/kg), Cetamina (2 mg/kg), Tramadol (2 mg/kg) e Midazolam (0,2 mg/kg). Em seguida, os animais tiveram a região dorsal dos antebraços tricotomizadas e antissepsia realizada para a canulação da veia cefálica, a fim de administrar a fluidoterapia durante o procedimento cirúrgico e outros fármacos necessários.

A indução anestésica foi realizada por meio da administração intravenosa de Propofol na dose de (3 mg/kg). Em seguida, houve a instilação de lidocaína entre as aritenoides e os animais foram intubados com sonda orotraqueal estéril de tamanho apropriado para cada animal, sendo conectados ao circuito anestésico de ventilação Baraka. A manutenção anestésica foi realizada por meio de uma infusão em bomba de seringa de Propofol (0,2 mg/kg/min) e Cetamina (1 mg/kg/h). A fluidoterapia intravenosa fornecida foi por meio de Ringer Lactato com uma diluição de 5 mcg/kg/h de Fentanil, administrada a uma taxa de 5 ml/kg/hora.

Posteriormente, houve a realização da tricotomia e antissepsia na região do metatarso para a cateterização da artéria metatársica, utilizando um cateter de calibre adequado ao tamanho do animal. Dessa forma, isso permite a aferição da Pressão PAMinv. Para essa finalidade, utilizou-se um sistema de cateter-tubulação-transdutor (figura 5), acoplado a uma bolsa pressurizadora (figura 6) contendo solução salina heparinizada (1 UI/ml), a fim de reduzir as chances de obstrução do sistema por trombos ou coágulos.

Figura 5: Imagem demonstrando o sistema cateter-tubulação- transdutor.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Figura 6: Imagem da bolsa pressurizada utilizada para manter a solução salina heparinizada.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Para a aferição da pressão arterial pelo método indireto, foi utilizado o monitor de alta definição da InCardio juntamente com o uso de manguitos oclusivos neonatais. Esses manguitos foram posicionados no terço médio do metatarso no membro contralateral de onde ocorreu a cateterização arterial, permitindo a obtenção dos valores da Pressão Arterial Média (PAM).

Além da pressão arterial, os demais parâmetros vitais, como pulso, frequência cardíaca (FC), saturação de oxigênio (SPO2) e temperatura corporal, foram mensurados por meio do monitor de alta definição multiparamétrico InCardio (figura 7).

Figura 7: Imagem da monitorização dos parâmetros vitais de paciente anestesiado com o monitor multiparamétrico InCardio.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Figura 8: Imagem dos manguitos neonatais tamanhos 1 a 5 utilizado nos pacientes para a mensuração de pressão arterial pelo oscilométrico de alta definição.



Fonte: Cedido do arquivo pessoal de Any Carolina

Para realizar as aferições da pressão arterial, foram feitas nove mensurações da pressão arterial sistólica, diastólica e média com intervalos de 30 segundos entre cada uma

5.3 Análise estatística

A concordância entre as mensurações OAD e invasiva serão analisadas pelo método de Bland-Altman e comparadas as médias por meio de teste T de Student. Um valor de $p < 0,05$ será utilizado para definir a significância estatística.

Para avaliar a concordância das medidas pareadas, serão determinados os limites de concordância de 95% para estimar o intervalo de concordância entre as duas técnicas. Os limites de concordância superior e inferior serão calculados como $\text{viés} \pm 2 \text{desvio-padrão}$. Os critérios utilizados para avaliar o desempenho do dispositivo OAD serão os recomendados pelo ACVIM (Brown et al. 2007):

- O viés das mensurações pareadas para OAD e invasiva tratadas separadamente de ± 10 mmHg ou menos;
- 50% de todas as mensurações de OAD tratada separadamente está dentro de 10 mmHg do método de referência (mensuração invasiva).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o intuito de validar a utilização de dispositivos oscilométricos de alta definição na rotina clínica e cirúrgica vem sendo realizados diversos estudos que visam analisar a acurácia entre a técnica de PAMinv com os dispositivos oscilométricos. No entanto, a maioria apresenta baixa acurácia e precisão, em especial quando utilizado em pacientes hipotensos. Dessa forma, é necessário haver mais estudos para validar tais métodos (RYSNIK; CRIPPS; IFF;2013).

Esse trabalho é um estudo preliminar no qual foram avaliados 7 gatos, todas sem raça definida (SRD) com peso entre 2,5 kg e 5 kg. Foi estabelecido um total de 9 aferições de pressão com intervalo de 30 segundos entre cada aferição por ambos os métodos para cada paciente. Nenhum animal foi excluído do estudo, entretanto foi possível obter um total de apenas 53 aferições.

Para verificar a concordância das técnicas foi utilizado como parâmetro os critérios estabelecidos pelo ACVIM (tabela 1). O viés entre os dois métodos não deve ser maior que 10 mmHg. Além disso, o desvio padrão para a pressão arterial não deve ser superior a 15 mmHg.

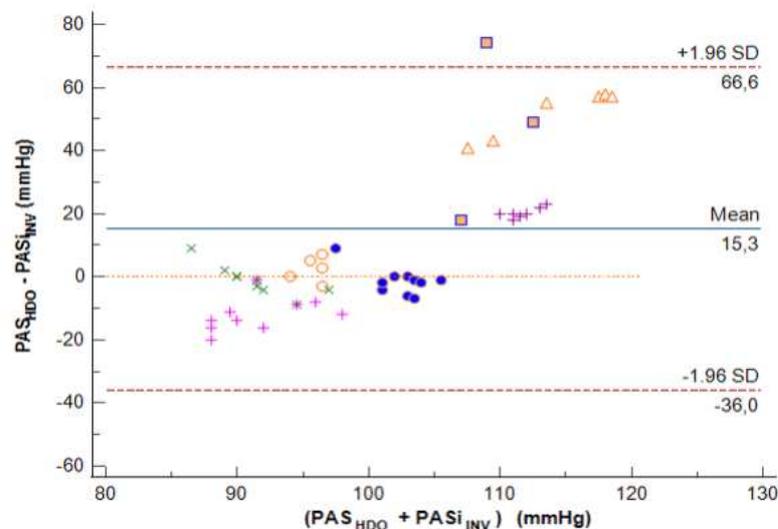
Para avaliar a acurácia entre o método de aferição por PAMinv e pelo HDO InCardio foi utilizado o método Bland-Altman para calcular o viés e o limite aceitável de concordância, ou seja, 95% (figura 9, 10 e 11)

Tabela 1: Critérios de referência de Pressão Arterial segundo o Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (ACVIM), comparativamente aos resultados obtidos no presente estudo.

Critério do ACVIM	Referência ACVIM	Resultado PAS	Resultado PAD	Resultado PAM
Viés	± 10 mmHg	15,3mmHg	15,3mmHg	11,7mmHg
Desvio Padrão do viés	≤ 15 mmHg	18 mmHg	23 mmHg	19 mmHg

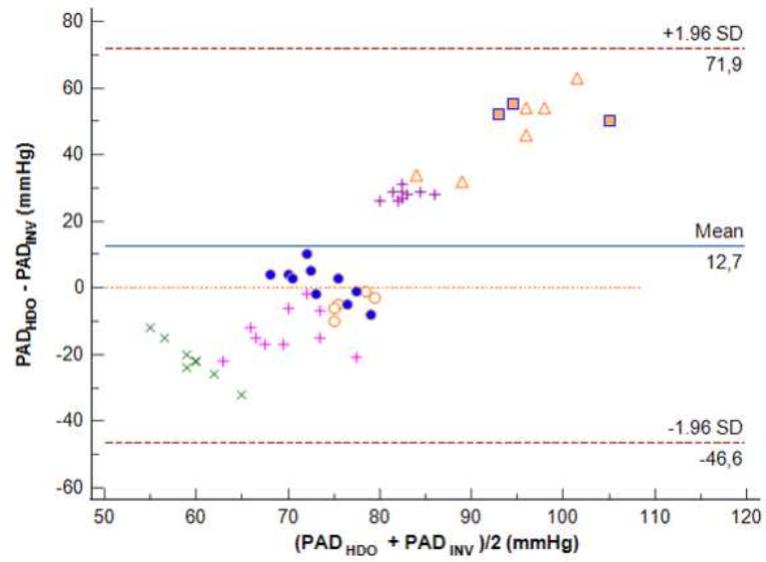
Fonte: Dados obtidos através do estudo, 2023

Figura 9: Gráfico de Bland-Altman com os valores de PAS obtido pelo uso de PAMinv e HDO.



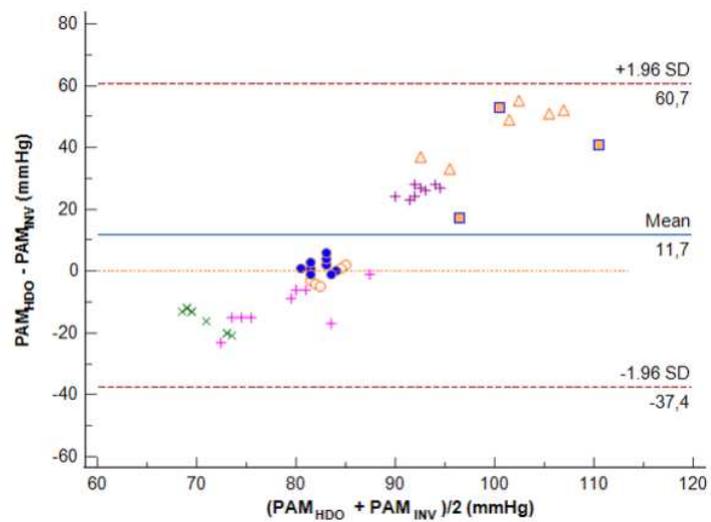
Fontes: Dados obtidos pelo Excel, 2023

Figura 10: Gráfico de Bland-Altman com os valores de PAD obtido pelo uso de PAMinv e HDO.



Fontes: Dados obtidos pelo Excel, 2023

Figura 11: Gráfico de Bland-Altman com os valores de PAM obtido pelo uso de PAMinv e HDO.



Fontes: Dados obtidos pelo Excel, 2023

Após a análise estatística utilizando o método de Bland-Altman, verificou-se que a Pressão Arterial Sistólica apresentou um viés de 15,3 mmHg, indicando uma superestimação de pelo menos 15 mmHg pelo método HDO em relação à outra técnica. Além disso, o desvio padrão de 18 mmHg excede o critério estabelecido pelo ACVIM de 15 mmHg, evidenciando uma falta de concordância entre os valores de PAS obtidos pelos dois métodos.

Da mesma forma, ao analisar o gráfico da Pressão Arterial Diastólica (PAD), observa-se um viés de 12,7 mmHg, o que indica que o HDO tende a superestimar os valores de PAD em comparação com a técnica de PAMinv. Além disso, o desvio padrão de 2 mmHg reforça a falta de precisão entre as técnicas.

Por fim, o gráfico dos valores de Pressão Arterial Média revela um viés de 11,7 mmHg, com um desvio padrão de 19 mmHg. Isso indica que o HDO também superestima os valores de PAM.

Esses resultados indicam uma tendência do HDO em fornecer valores mais elevados em relação à técnica de PAMinv, o que gera uma imprecisão entre os métodos utilizados.

Um estudo realizado em cães comparou as medidas de pressão arterial por meio de técnicas invasivas, revelou que em animais normotensos o HDO subestima a PAS em 10,1 mmHg quando comparado à técnica de PAMinv. Por outro lado, a PAD é superestimada em 3 mmHg e a PAM é subestimada em 4,5 mmHg. Em cães hipotensos, o HDO subestima a PAS em 3,4 mmHg, enquanto superestima a PAD em 5 mmHg e a PAM em 0,9 mmHg (COSTA, 2022).

Foi realizado um estudo comparativo entre a mensuração da Pressão Arterial Sistólica utilizando o dispositivo de alta definição e o método de aferição por Doppler Ultrassônico (DU) em cães. Os resultados mostraram uma boa concordância entre as técnicas, uma vez que o viés para os valores de PAS em cães normotensos foi de apenas 1 mmHg. Em cães hipotensos, o viés foi de -7,4 mmHg, enquanto em cães hipertensos foi de 27 mmHg. Esses resultados indicam que, de maneira geral, esses métodos apresentam uma boa concordância em cães. No entanto, é importante ter cautela ao utilizar essas técnicas em cães hipertensos, uma vez que os valores podem ser superestimados (FAVATO, 2021).

Por outro lado, um estudo que buscou analisar a acurácia entre o HDO e a mensuração da PA por Doppler Ultrassônico em gatos e utilizou o método de Bland Altman para analisar a concordância entre as técnicas de aferição mostrou que em gatos normotensos o HDO superestima o Doppler em 8 mmHg. Esse estudo mostrou que em animais hipotensos o

oscilométrico de alta definição quando comparado ao DU superestima o valor da PAS em ao menos 18 mmHg, o que indica a baixa concordância entre os métodos (FERREIRA, 2022).

Com base nesses estudos, fica evidente que o dispositivo de alta definição possui limitações que comprometem a obtenção de valores precisos e a possibilidade de da Pressão Arterial. Isso reforça a importância de utilizar dispositivos com validação científica para realizar mensurações de PA de forma precisa e segura na rotina clínica veterinária. É fundamental contar com equipamentos que tenham sido rigorosamente testados e garantidos em estudos científicos, a fim de garantir a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos.

7 CONCLUSÃO

Esse estudo mostrou que em gatos, o método Oscilométrico de Alta Definição (InCardio) não apresentou boa concordância com o método de aferição por pressão invasiva. Observe-se que o InCardio tende a superestimar os valores de Pressão Arterial em 15 mmHg. A falta de concordância pode ser justificada devido ao tamanho dos pacientes anestesiados, por se tratar de animais muito pequenos, além disso o uso da Dexmedetomidina no protocolo gera vasoconstrição periférica o que pode ter influenciado o real valor de pressão. Dessa forma, o Oscilométrico de Alta Definição pode ser utilizado com cautela nesses animais, considerando outros valores de referência para comparação.

REFERÊNCIAS

- BATLOUNI, Michael. **Endotélio e Hipertensão Arterial**. Rev Bras Hipertens vol 8(3): julho/setembro de 2001
- BROWN, S, Atkins C, Bagley R, et al. **Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats**. J Vet Intern Med.;21:542-558. 2007
- CEREJO, Sofia de Amorim. **Avaliação do desempenho de dois monitores oscilométricos portáteis na estimativa da pressão arterial direta em gatos anestesiados com isoflurano**. 2013. 64 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, A, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.
- COSTA, Any Carolina Assunção. **Avaliação de dispositivo oscilométrico de alta definição comparado com o método de pressão invasiva para aferição de pressão arterial sistêmica em cães submetidos a procedimentos anestésicos**. 2022. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.
- EGNER, B., Carr, A., & Brown, S. **Essential facts of blood pressure in dogs and cats** (3rd ed.). Babenhausen. 2003
- EGNER, B., Erhardt, W., Henke, J., & Carr, A. **Indications for Blood Pressure Measurements**. In **Essential facts of blood pressure in dogs and cats** (3rd ed., pp. 15- 33). Babenhausen. 2003
- FAVATO. J. A., **Avaliação de dispositivo oscilométrico de alta definição (InCardio) comparado com método doppler ultrassônico e pressão invasiva para aferição de pressão arterial em cães**. Belo Horizonte. 2021
- FERREIRA, C, N, A, P. **Concordância Entre Oscilométrico de Alta Definição e Doppler Ultrassônico na Mensuração da Pressão Arterial Em Gatos**. Uberlândia. 2021
- GUYTON. A.C, &HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica** (12º ed., pp 168- 176) Rio de Janeiro. 2011
- LUMB & JONES. **Anestesiologia e Analgesia em Veterinária**. (5º ed., pp 280 -289). Rio de Janeiro. 2017
- OLIVEIRA, P; NETO; J; ALVES, M. et lá **Pressão arterial invasiva: conhecimento teórico dos profissionais de enfermagem de uma unidade de terapia intensiva**, 2021
- SELISKAR, A.; ZRIMSEK, P; SREDENSEK, J. et al. **Comparison of high definition oscillometric and Doppler ultrasound devices with invasive blood pressure in anaesthetized dogs**. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 40, n. 1, p. 21-27, 2013.
- SKELDING, A.; VALVERDE, A. **review of Non-invasive Blood Pressure Measurement in Animals: part 2 - Evaluation of the Performance of Non-Invasive Devices**. *canadian veterinary journal*, v. 65, n. 5, p. 481-498, 2020.

WARD, G.; Milliken, P.; Patel, B. et al. **Comparison of non-invasive and implanted telemetric measurement of blood pressure and electrocardiogram in conscious beagle dogs.** *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods* v. 66, p. 106-113, 2012.