

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**CONCORDÂNCIA ENTRE DISPOSITIVO OSCILOMÉTRICO DE ALTA
DEFINIÇÃO COM MÉTODO DOPPLER ULTRASSÔNICO PARA AFERIÇÃO
DE PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA EM CÃES**

JULIANA AIRES FAVATO

BELO HORIZONTE
UFMG – ESCOLA DE VETERINÁRIA
2022

JULIANA AIRES FAVATO

**CONCORDÂNCIA ENTRE DISPOSITIVO OSCILOMÉTRICO DE ALTA
DEFINIÇÃO COM MÉTODO DOPPLER ULTRASSÔNICO PARA AFERIÇÃO DE
PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA EM CÃES**

Dissertação apresentada na Universidade Federal
de Minas Gerais como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área: Clínica Médica e Cirurgia Veterinárias.

Orientador: Prof. Matheus Matioli Mantovani

BELO HORIZONTE
UFMG – ESCOLA DE VETERINÁRIA
2022

F272c Favato, Juliana Aires, 1992 -
Concordância entre dispositivo oscilométrico de alta definição com método doppler ultrassônico para aferição de pressão arterial sistólica em cães /Juliana Aires Favato. – 2022.

30f: il

Referências bibliográficas: f. 26 – 28.

Orientador: Matheus Matioli Mantovani

Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Clínica Médica e Cirurgia Veterinárias.

1. Animais domésticos - Teses - 2. Hipertensão - Tratamento - Teses – I. Mantovani, Matheus Matioli - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – III. Título.

CDD – 636.089

Bibliotecário responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

JULIANA AIRES FAVATO

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinária.

Aprovado(a) em 21 de março de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Matheus Matioli Mantovani - Presidente - Orientador(a)

Dr.(a). Rubens Antônio Carneiro

Dr.(a). Maira Souza Oliveira Barreto



Documento assinado eletronicamente por **Matheus Matioli Mantovani, Usuário Externo**, em 22/03/2022, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rubens Antonio Carneiro, Professor do Magistério Superior**, em 22/03/2022, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maira Souza Oliveira Barreto, Usuário Externo**, em 01/04/2022, às 14:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1315889** e o código CRC **F2EBF163**.

Dedico:

À minha mãe de coração Elenilde e aos meus avós Pedro e Helena, vocês fazem muita falta aqui.

Agradecimentos

Primeiramente agradecer à Deus pela força diária. A fé nos mantém no caminho.

Aos meus pais de coração Elenilde e Pedro, meus irmãos Ana Paula, Andreia, Fernanda, Patrícia e Pedro Junior, meus padrinhos Léa e Wagner, avós, tios, primos e cunhados que sempre me deram todo suporte e carinho. Obrigada por sempre acreditarem em mim e pela presença.

Ao meu orientador, Professor Matheus, por todos os ensinamentos, incentivo, confiança, paciência e amizade nesses dois anos. Por sempre estar disponível em compartilhar a cardiologia e ajudar no meu crescimento.

À minha co-orientadora Maira, não tenho nem palavras para descrever minha gratidão, por ter me feito apaixonar pelo mundo da cardiologia e por me conduzir nele. Seu exemplo de profissional e gentileza é uma inspiração. Obrigada por todo conhecimento e amizade.

Às minhas amigas que ganhei no consultório 3, obrigada por todo apoio sempre, em especial à Paulinha por todo carinho, por sempre acreditar e me colocar para frente, você é um exemplo de profissional e pessoa.

Obrigada Amanda, Thaís e Iara pela amizade desde o início da vet, por nunca terem soltado minha mão e por estarem sempre tão presentes.

Aos amigos que ganhei na UFMG e na MEDVET, aos companheiros de residência e mestrado que sempre se fizeram presentes. Agradecimento especial para a grande amiga Flaviani, pelo carinho e por sempre me motivar e ao Dr. Eutálio pela ajuda no projeto.

Obrigada a todos professores, técnicos e colegas que sempre se mostraram dispostos a compartilhar conhecimento para nos tornarmos profissionais e pessoas melhores.

Gratidão aos meu grandes amigos e colegas que sempre contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional. Vocês tornam minha vida melhor e mais leve, espero poder retribuir.

Aos cães e tutores que permitiram o desenvolvimento do projeto e aos animais que nos motivam a ser melhores todos os dias.

À CAPES pelo apoio à pesquisa.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

Resumo

A concordância entre a pressão arterial sistólica (PAS) medida pelo Doppler ultrassônico (DU) e pelo aparelho oscilométrico de alta definição (OAD) em cães normotensos, hipertensos e hipotensos não foi estudada. O objetivo deste estudo foi avaliar os limites de concordância (LoA) da PAS medida por DU e OAD em cães normotensos ($90 \leq PAS \leq 160$ mmHg), hipotensos ($PAS < 90$ mmHg) e hipertensos ($PAS > 160$ mmHg). O estudo clínico prospectivo foi realizado com sessenta cães não sedados, hospitalizados, separados em três grupos: normotensos (n=34), hipotensos (n=10) e hipertensos (n=16). Cinco leituras consecutivas de PAS foram obtidas de cada cão com DU e OAD. Todas as medidas foram obtidas seguindo o mesmo protocolo, que estava de acordo com as diretrizes do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (ACVIM). A correlação da PAS entre os aparelhos foi moderada em normotensos ($r = 0,53$; $p < 0,001$) e hipertensos ($r = 0,52$; $p < 0,038$), porém foi mais forte em cães hipotensos ($r = 0,81$; $p < 0,004$). O viés da PAS para a condição de normotensão e hipotensão foi de $1,00 \pm 13,55$ mmHg (LoA: -25,62 a 27,52) e $-3,50 \pm 7,61$ mmHg (LoA: -18,42 a 11,43 mmHg), respectivamente. Não houve diferenças significativas entre o viés da PAS por DU e OAD em normotensos ($p = 0,93$) e hipotensos ($p = 0,452$). No entanto, o OAD subestimou a PAS ($p = 0,004$) em comparação com o DU (viés: $27,18 \pm 14,41$ mmHg; LoA: -1,06 a 55,43 mmHg) em cães hipertensos. Em conclusão, o OAD produz leituras de PAS em boa concordância com o DU em cães normotensos e hipotensos acordados. No entanto, a concordância PAS medida por DU e OAD é pobre em cães hipertensos.

Palavras-chave: Pressão sanguínea, animais domésticos, hipertensão, resistência vascular.

Abstract

The agreement between systolic arterial pressure (SAP) measured by Doppler ultrasonic (DU) and by high-definition oscillometric device (HDO) in normotensive, hypertensive and hypotensive dogs has not been evaluated. The aim of this study was to assess limits of agreement (LoA) for SAP measured by DU and HDO in normotensive ($90 \leq \text{SAP} \leq 160$ mmHg), hypotensive ($\text{SAP} < 90$ mmHg) and hypertensive ($\text{SAP} > 160$ mmHg) dogs. The prospective clinical study was performed with sixty hospitalized awake dogs separated in three groups: normotensive ($n=34$), hypotensive ($n=10$) and hypertensive ($n=16$). Five consecutive SAP readings were obtained from each dog with DU and HDO. All measurements were obtained following the same protocol, which conformed to the American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) guidelines. The correlation of SAP between the devices was moderate in normotensive ($r = 0.53$, $p < 0.001$) and hypertensive ($r = 0.52$, $p < 0.038$), however was stronger in hypotensive ($r = 0.81$, $p < 0.004$) dogs. The SAP bias for the condition of normotension and hypotension was 1.00 ± 13.55 mmHg (LoA: -25.62 to 27.52) and -3.50 ± 7.61 mmHg (LoA: -18.42 to 11.43 mmHg), respectively. There were no significant differences between SAP bias by DU and HDO in normotensive ($P = 0.93$) and hypotensive ($P = 0.452$). However, the HDO underestimated SAP ($P = 0.004$) compared with DU (bias: 27.18 ± 14.41 mmHg; LoA: -1.06 to 55.43 mmHg) in hypertensive dogs. In conclusion, the HDO resulted in SAP readings with good agreement for DU in both normotensive and hypotensive awake dogs. However, the agreement of SAP measured by DU and HDO is poor in hypertensive dogs.

Key words: Blood pressure, domestic animals, hypertension, vascular resistance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva de aferição da pressão arterial (PA) gerada a partir do dispositivo oscilométrico de alta definição (OAD). Curva gerada em formato de sino, formato ideal, fornecendo valores de pressão arterial sistólica, média e diastólica.

Figura 2: Gráfico de Bland-Altman com múltiplas medidas por grupo de mensuração da pressão arterial sistólica (PAS) pelo uso do detector de fluxo ultrassônico Doppler (Dopp) e pelo dispositivo oscilométrico de alta definição (OAD) em cães. O viés das medidas é indicado pela linha contínua e os limites de 95% de concordância pelas linhas tracejadas. (A) tamanho da amostra = 53 medidas em 11 cães hipotensos; viés = -7,4 mmHg e LoA = -38,5 a 23,5 mmHg. (B) tamanho da amostra = 164 medidas em 34 cães normotensos; viés = 1,0 mmHg e LoA = -34,2 a 36,2 mmHg. (C) tamanho da amostra = 75 medidas em 16 cães normotensos; viés = 27,6 mmHg e LoA = -13,6 a 68,7 mmHg.

Figura 3: Curva de aferição da pressão arterial (PA) gerada a partir do dispositivo oscilométrico de alta definição (OAD) em paciente apresentando intensos tremores no momento de esvaziamento do manguito. Curva não apresenta formato de sino, fornecendo valores de pressão arterial sistólica (SIS), média (MED) e diastólica (DIA) inadequados.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Média \pm DP, 95% Intervalo de confiança (95% IC) e coeficiente de variação (CV %) da pressão sanguínea sistólica, mensurada por Doppler e oscilométrico de alta definição, de 61 cães hospitalizados em três diferentes grupos (normotenso, hipotenso e hipertenso).

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM)

Coefficiente de variação (CV)

Débito cardíaco (DC)

Doppler ultrassônico (DU)

Desvio Padrão (DP)

Frequência cardíaca (FC)

Intervalo de confiança (IC)

Lesão em órgão alvo (LOA)

Limite de concordância (LC)

Oscilometria de alta definição (OAD)

Pressão arterial (PA)

Pressão arterial diastólica (PAD)

Pressão arterial sistólica (PAS)

Pressão arterial média (PAM)

Pressão venosa central (PVC)

Resistência vascular periférica (RVP)

Volume sistólico (VS)

SUMÁRIO

RESUMO	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. DEFINIÇÕES E FISIOLOGIA DA PRESSÃO SANGUÍNEA.	12
2.2. RELEVÂNCIA CLÍNICA DA PRESSÃO ARTERIAL	15
2.3. MÉTODOS PARA AFERIÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL	16
3. OBJETIVOS GERAIS	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1. SELEÇÃO DOS ANIMAIS	19
4.2. PROCEDIMENTOS.....	19
4.2.1. DOPPLER ULTRASSÔNICO.....	20
4.2.2. OSCILOMETRIA DE ALTA DEFINIÇÃO.....	20
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	22
7. CONCLUSÃO	27
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. Introdução

A pressão arterial sistólica (PAS) é usualmente mensurada na clínica médica de pequenos animais seja para avaliação do paciente em consultório, monitoração em condições críticas ou avaliação pré, pós e transoperatória. A PAS é determinada pelo produto do débito cardíaco e da resistência vascular sistêmica, sendo importante parâmetro de avaliação hemodinâmica (Ward et al, 2012; Vachon et al, 2014).

A hipertensão arterial sistêmica é amplamente estudada na medicina veterinária devido à sua prevalência em animais de companhia e associação com várias doenças de alta prevalência. Além disso, resulta em lesões em diversos órgãos quando não tratada devidamente e, portanto, o adequado diagnóstico e monitoramento é fundamental na rotina clínica (Bodey e Michell, 1996; Acieno et al. 2018).

Vários estudos vêm sendo apresentados para validação e comparação dos métodos invasivos e não invasivos de aferição da pressão arterial (PA), com o objetivo de buscar métodos mais eficazes, menos invasivos e com eficiência comprovada. No entanto, poucos trabalhos foram realizados em pacientes conscientes, em ambulatório, comparando a eficácia de métodos não invasivos (Macfarlane, et al. 2010; Seliskar, et al. 2012; Rysnik et al, 2013; Martel, et al. 2013; Acieno, et al. 2018).

A PAS pode ser aferida de modo direto por mensuração intra-arterial (método padrão ouro) também chamada de invasiva, ou indiretamente através de um manguito de compressão (Brown, et al. 2007). Os métodos não invasivos são mais comumente empregados na rotina clínica devido à maior acessibilidade e praticidade, além de apresentar menos riscos aos pacientes em relação ao método invasivo. A técnica de aferição de PAS por oscilometria de alta definição (OAD) vem sendo cada vez mais empregada na rotina, especialmente na monitoração de pacientes anestesiados e cada vez mais, realizam-se estudos para avaliar acurácia dos aparelhos disponíveis na rotina (Macfarlane et al, 2010; Seliskar et al, 2012; Ward et al, 2012; Rysnik et al, 2013; Martel et al, 2013).

Os monitores para aferição de pressão oscilométrica fornecem a PA média e a partir desta, estimam a pressão sistólica e diastólica. Por aferir a PA média, esta é fornecida com maior precisão que a sistólica e diastólica que são estimadas automaticamente por meio de um

algoritmo. O método é não invasivo e os dispositivos de aferição oscilométrica inflam o manguito que é posicionado nos membros ou cauda do paciente até que o fluxo arterial seja ocluído, a pressão no manguito é reduzida lentamente e fornece o valor que PA média e frequência cardíaca no monitor. Este tipo de dispositivo pode apresentar acurácia reduzida em pacientes hipotensos, vasoconstritos, com taquicardia, arritmias ou em movimento. Dentre as vantagens desse método está a praticidade, a leitura da pressão pode ser feita em momentos e frequência pré-definidos por ser automatizado, e por redução do manuseio pode reduzir o stress da manipulação (Skelding e Valverde, 2020).

O método de OAD se mostra com acurácia melhor que o método de oscilometria padrão e continua sendo um método não invasivo que exige menor manipulação do paciente. Os manguitos podem ser mantidos nos membros ou cauda de pacientes internados ou em procedimentos anestésicos para aferição em tempo pré-definidos. Sendo assim o objetivo desse trabalho foi avaliar o aparelho de pressão de oscilometria de alta definição, comparando com o método Doppler ultrassônico vascular, seguindo o protocolo descrito nas diretrizes do *American College Veterinary Internal Medicine (ACVIM)* (Brown et al., 2007).

2. Revisão de literatura

2.1. Definições e fisiologia da pressão sanguínea

A pressão sanguínea representa a força exercida pelo sangue contra a parede do vaso. A pressão arterial sistólica (PAS) consiste na pressão máxima dentro da artéria no momento da sístole ventricular. Enquanto a pressão arterial diastólica (PAD) corresponde à pressão mínima que o sangue exerce dentro do vaso arteriolar durante a diástole ventricular, e a pressão arterial média (PAM) pode ser calculada a partir dos valores da PAS e PAD. A PA é medida em milímetros de mercúrio (mmHg), devido ao manômetro de mercúrio ser usado como referência desde sua invenção em 1846 (Hall, 2017 e Larson, 2020).

A PA é determinada pelo produto do débito cardíaco (DC) e da resistência vascular periférica. O DC pode ser calculado pelo produto da frequência cardíaca (FC) e do volume sistólico (VS). Contudo, o sistema circulatório tem um extenso mecanismo de controle da PA e sua regulação geralmente independe do fluxo local ou do DC. O sistema nervoso atua aumentando a força de bombeamento cardíaco e ocasionando constrição dos reservatórios venosos e arteríolas, gerando maior acúmulo de sangue nas artérias e conseqüente elevação da PA. Os rins também desempenham papel fundamental, por meio da secreção de hormônios controladores da pressão e regulação do volume sanguíneo (Hall, 1999; Hall, 2017; Larson, 2020).

O fluxo sanguíneo pelo vaso é determinado pela diferença de pressão entre suas extremidades e pela resistência vascular, sendo a resistência o resultado do atrito do sangue em movimento contra o endotélio vascular. A maioria dos tecidos tem capacidade de controlar seu próprio fluxo sanguíneo de acordo com sua necessidade, para fornecer suprimento de oxigênio e outros nutrientes, como glicose, aminoácidos e ácidos graxos, remoção de dióxido de carbono e íons de hidrogênio, manutenção dos íons nos tecidos e transporte de hormônios e substâncias (Hall, 2017).

O aumento da PAS, em geral, não causa um aumento do fluxo sanguíneo proporcionalmente, isso ocorre devido à aumentos compensatórios da resistência vascular, em poucos segundos, junto ao aumento da força que impulsiona o sangue pelo vaso quando se tem

aumento dessa pressão. Quando há redução da pressão arterial o contrário também acontece e há uma queda imediata da resistência vascular. Esse mecanismo é denominado autorregulação, que corresponde a capacidade dos tecidos de ajustar a resistência vascular quando a pressão arterial varia entre 70 e 175 mmHg (Hall, 1999; Hall, 2017).

O controle da PA sistêmica é mantido, principalmente, pelo sistema nervoso autônomo simpático (SNAS), sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) e pelo endotélio vascular. Quando o SNAS é ativado, ocorre a liberação de catecolaminas, como a norepinefrina, que desencadeiam excitação cardíaca e contração de veias e arteríolas, além disso os nervos simpáticos estimulam às glândulas adrenais a secretarem norepinefrina e epinefrina no sangue, que circulam por todo corpo gerando estimulação simpática direta (Hall, 2017; Larson, 2020).

Os rins são capazes de controlar a PA através das alterações do volume do líquido extracelular e do SRAA. Em situações de queda de pressão, o rim libera uma enzima proteica denominada renina, que é sintetizada e armazenada nas células justaglomerulares. A renina tem função de converter angiotensinogênio (substrato da renina) em angiotensina I (ATI), esta tem propriedades vasoconstritoras, mas não suficiente para gerar grandes elevações na PA. A ATI é convertida em angiotensina II (ATII) pela enzima conversora de angiotensina (ECA), a maior parte dessa conversão ocorre nos pulmões, onde essa enzima é produzida em maior quantidade, mas outros tecidos como os vasos sanguíneos e rins também contém ECA. A ATII tem potente efeito vasoconstritor, mas dura apenas cerca de 1 a 2 minutos na circulação (Stepien, et al. 2009; Hall, 2017).

A vasoconstrição desencadeada pela ATII ocorre de maneira muito intensa nas arteríolas, gerando aumento da RVP e elevação da PAS. A ATII também age estimulando a liberação de aldosterona, hormônio produzido na cortical das glândulas adrenais, responsável por retenção de sódio e água e que gera elevação da volemia e volume sistólico, e consequente aumento da pressão (Hall, 2017).

A endotelina é outro potente vasoconstritor presente nas células endoteliais da maioria dos vasos sanguíneos, é liberada quando há lesão do leito vascular e tem função importante no ajuste da PA. Além disso, tem potencial de prevenir hemorragia extensa, acredita-se que a endotelina tem liberação aumentada em lesão do endotélio por hipertensão (Hall, 2017).

De acordo com Acierno et al. (2018) são utilizados como parâmetro de avaliação clínica, valores de PAS normal abaixo de 140 mmHg, como mínimo risco de lesão em órgãos alvos (LOA). São considerados pré-hipertensos pacientes com valores entre 140 e 159 mmHg de pressão com baixo risco de LOA, hipertensos com PAS entre 160 e 180 mmHg com moderado risco de LOA e severamente hipertensos PAS acima de 180 com alto risco de LOA. Pode ser considerado hipotensão em cães valores de PAS abaixo de 90 mmHg ou PAM abaixo de 60 mmHg, sendo necessárias medidas de intervenção imediata para correção (Redondo et al. 2007).

2.2 Relevância clínica da pressão arterial

A avaliação hemodinâmica é imprescindível no paciente crítico e na monitoração trans anestésica, visando minimizar o risco de lesões em órgão alvo. O principal parâmetro utilizado na medicina veterinária para avaliação hemodinâmica e perfusão tecidual é a PA, sendo este é um método rápido e de fácil acesso para guiar a conduta terapêutica (Redondo et al. 2007; Acierno et al. 2018).

Os valores de PA são utilizados para avaliação clínica e direcionamento do tratamento, ressaltando a importância de valores precisos para que não ocorram danos à saúde do paciente. Além disso, a mensuração em pacientes acordados, exige um método não invasivo e de fácil acesso para monitoração sequenciada (Rozanski e Rush, 2007).

Recomenda-se que todos os pacientes submetidos à anestesia tenham monitoração frequente da pressão sanguínea, visto às alterações hemodinâmicas que podem ser geradas por muitos fármacos, e para que o procedimento seja minimamente lesivo para o animal. Intervenções rápidas em casos de hipotensão são necessárias para evitar danos em órgãos, devido à ocorrência de baixa perfusão tecidual. A hipertensão trans operatória também pode indicar superficialidade no plano anestésico, entre outras alterações, e a monitoração é necessária para ajustes das medicações (Haskins, 2007).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é diagnosticada com frequência em cães e pode ser secundária à diversas doenças como: doença renal crônica e aguda, hiperadrenocorticismo, diabetes mellitus, disfunções da tireoide, entre outras, podendo também ser de origem

iatrogênica ou idiopática (Acierno, et al. 2018). O diagnóstico assertivo da HAS é essencial, assim como introdução adequada do tratamento, devido às alterações secundárias em órgãos alvos como rins, coração, olhos e sistema nervoso (Bodey e Michell, 1996; Acierno e Lobato, 2005). Dentre as consequências da HAS, estão hipertensão glomerular com redução da função renal, hipertrofia do ventrículo esquerdo e insuficiência valvar como consequência do aumento da resistência vascular periférica, entre outras alterações sistêmicas (Brown e Henik, 1998).

Pacientes com valores de pressão dentro da categoria pré-hipertenso não tem indicação de tratamento, porém, a mesma deve ser monitorada constantemente e com intervalo mínimo de 6 meses, especialmente em animais com doenças sistêmicas. Uma vez diagnosticada a hipertensão, deve-se excluir a possibilidade de ser um valor situacional (Acierno, et al. 2018).

Quadros de HAS geralmente não são emergenciais e exigem cautela na introdução do tratamento, para reduzir a possibilidade de LOA. A PA elevada é um fator de risco para piora da função renal e o objetivo do tratamento é chegar à um valor de PAS <140 mmHg. A monitoração frequente é necessária para avaliar a necessidade de ajuste das medicações instituídas (Finco, 2004; Acierno, et al. 2018).

2.3. Métodos para aferição da pressão arterial

A PA pode ser medida diretamente por meio intra-arterial ou indiretamente por dispositivos que incorporam um manguito compressivo. Apesar de o método direto ser considerado padrão ouro e fornecer um valor mais consistente, na rotina clínica utilizam-se mais os métodos indiretos devido à praticidade, disponibilidade e possibilidade de aferição da PA sem necessitar de anestesia ou sedação. Além disso com os métodos indiretos é possível acompanhar os valores de pressão, aferindo em consultório e em intervalos de tempo que julgar-se necessário por ser um procedimento não invasivo e de fácil acesso.

A oscilometria de alta definição, uma nova tecnologia não invasiva, foi avaliada em cães e gatos sob anestesia. Os resultados preliminares são promissores, mas são necessários mais estudos em animais conscientes (Brown et al. 2007; Hall, 2017; Acierno et al. 2018; Cerna et al. 2021).

O método direto ou invasivo para mensuração da PAS necessita de introdução de um cateter em uma artéria periférica, que será conectado à um circuito que conduzirá as vibrações do pulso até o transdutor de pressão. Por ser necessária a cateterização da artéria é um método doloroso e de fácil contaminação, exigindo profissional experiente e uma adequada antisepsia para reduzir os riscos. A manutenção pode ser difícil e é mais comumente empregada em pacientes anestesiados e críticos por ser necessário imobilidade do paciente para manutenção do circuito (Gains, et al. 1995; Bosiack et al. 2010).

Para aferição da PA de cães e gatos são necessários dispositivos previamente validados. Porém poucos estudos para validação de métodos não invasivos, usados atualmente na rotina clínica, foram realizados em pacientes conscientes, sendo na maioria dos estudos realizada em paciente sob efeito de anestésicos. Para isso foram criadas diretrizes para validação dos métodos pelo American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) (Brown et al. 2007; Vachon et al. 2014).

Os métodos não invasivos mais conhecidos e utilizados são o Doppler ultrassônico e o aparelho oscilométrico. Para obter os valores de pressão através destes métodos um manguito compressivo é posicionado no membro ou cauda do animal e o som ou vibração do fluxo sanguíneo é obtido através do aparelho Doppler ou oscilométrico respectivamente. O manguito é inflado e lentamente desinflado, quando o retorno do fluxo sanguíneo é observado, a pressão é detectada. Quanto ao Doppler Ultrassônico tem estudos que demonstram boa acurácia quando comparado com o método invasivo para detecção de PAS, e a PAD também pode ser mensurada, mas com menos acurácia e dependente da experiência do operador (Haberman, et al. 2004; Chetboul, et al. 2010).

De acordo com o American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) foram estabelecidos critérios para mensurar a PA no intuito de gerar maior confiabilidade dos valores obtidos, como, calibração do aparelho semanalmente, padronização do procedimento, sendo todas mensurações realizadas pelo mesmo profissional, primeiro deve-se ambientalizar o paciente antes de aferir a PA por pelo menos 5 a 10 minutos, em local isolado e de preferência junto do tutor. As aferições devem ser feitas em posição confortável, em decúbito ventral ou lateral para limitar a distância vertical da base do coração até o manguito, que deve medir 30 a 40% da circunferência do local onde será posicionado (membro ou cauda). Preconiza-se realizar

5 a 7 aferições com descarte da primeira, sendo o valor da PA a média dos valores obtidos (Brown et al. 2007).

Em estudo de Mishina et al. (1997) demonstraram que com aferições seriadas de PA em pacientes conscientes havia redução dos valores encontrados, sendo o primeiro valor significativamente mais alto e o último mais baixo. Da mesma forma, observaram queda na frequência cardíaca ao longo da realização do exame, ressaltando a importância de diversas mensurações como preconizado por Brown et. al. (2007), que além disso sugere descartar a primeira mensuração e valores de pressão acima de 20 % da média. Foi observado também, que os principais fatores de impacto nos valores da PA foram experiência do profissional e ansiedade ou excitação situacional, evidenciando a importância do treinamento adequado do operador e manobras para reduzir estresse (Binns, et al. 1995; Gouni, et al. 2015; Acierno, et al. 2018).

3. Objetivos gerais

Avaliar se há concordância entre os valores de pressão arterial sistólica (PAS) mensurados pelo Doppler ultrassônico (DU) e pelo aparelho oscilométrico de alta definição (OAD) em cães não sedados, em condição de normotensão, hipertensão e hipotensão.

4. Material e métodos

O delineamento do estudo clínico foi observacional, prospectivo, multicêntrico e transversal, conduzido de acordo com os princípios éticos de experimentação animal, com aprovação pela Comissão de Bioética da Escola de Veterinária na Universidade Federal de Minas Gerais e após prévia autorização dos responsáveis pelos animais incluídos na pesquisa.

4.1. Seleção dos animais

Foram avaliados 61 cães, acordados, com peso entre 3 e 60 kg, provenientes da rotina do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Minas Gerais e da Universidade Federal de Uberlândia. Os cães foram divididos em 3 grupos de acordo com os valores de PAS, usando o método DU como padrão, sendo 10 cães com pressão abaixo de 90 mmHg introduzidos no grupo hipotensos (HIPO), 34 cães com pressão entre 90 e 160 mmHg no grupo normotensos (NORMO) e 16 cães com pressão acima de 160 mmHg no grupo hipertensos (HIPER).

Os critérios para exclusão foram pacientes que estavam muito agitados no momento da aferição da pressão, não permitindo posicionamento e aferição, pacientes em que a pressão no aparelho oscilométrico de alta definição não gerava curva oscilométrica adequada resultando em falha na mensuração. Foram excluídas também medidas onde o dispositivo indicava que a pressão não havia sido medida de forma correta e curvas com artefatos gerados pelo paciente.

4.2. Procedimentos

Todos os cães foram submetidos à aferição de pressão pelos métodos DU e OAD para avaliação da PAS.

Os pacientes foram alocados em ambientes isolados e silenciosos, sendo a maioria com a presença do tutor. Foram mantidos na sala 5 a 10 minutos antes da aferição, conforme preconizado pelas diretrizes do ACVIM (Brown et al., 2007). A contenção foi realizada de forma suave e na tentativa de não gerar estresse para o paciente. Os animais foram posicionados em decúbito lateral direito e a pressão aferida no membro torácico esquerdo. Foram descartadas as primeiras mensurações e realizada média dos 5 valores de PAS obtidos em cada dispositivo.

5.2.1. Doppler Ultrassônico

Os animais foram submetidos à aferição da PAS pelo método não invasivo Doppler ultrassonográfico (Parks Medical Electronics®, modelo 811-B) com seleção dos manguitos do tipo neonatal (Dixtal®) correspondentes a 40% da circunferência do membro torácico esquerdo no terço médio da região radio-ulnar. Utilizou-se uma fita métrica para medida da circunferência do membro e cálculo para escolha do manguito.

Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral direito. O pulso foi localizado com o transdutor posicionado sobre a artéria palmar entre oscoxins carpianos e metacarpianos do membro torácico esquerdo, com auxílio de gel condutor após prévia tricotomia. O pulso foi auscultado através de fone de ouvido conectado ao Doppler. O manguito conectado ao esfigmomanômetro era insuflado manualmente, até interrupção completa do som do pulso através do Doppler, e o manguito era esvaziado gradualmente até ter o retorno sonoro, onde era obtido o valor da PAS, lida no manômetro. Foram realizadas médias de 5 mensurações seguidas de cada paciente, sendo descartada a primeira medida.

5.2.2. Oscilometria de alta definição

Logo após avaliação da PAS com o Doppler ultrassônico a PA era aferida com o dispositivo oscilométrico de alta definição da (InPulse Animal Health), por meio do monitor multiparamétrico que utiliza medições das oscilações da parede arterial (vibrações) por ondas de pulso. Por meio destas medições foi possível apresentar o gráfico oscilométrico em tempo real e as pressões sistólica, média e diastólica calculadas automaticamente pelo aparelho. Para aferição da PAS pelo método de OAD o aparelho avalia a taxa de fluxo do paciente e ajusta o esvaziamento do manguito de acordo com as aferições subseqüentes.

Foram utilizados os mesmos manguitos e a aferição era realizada no mesmo membro utilizado para mensuração da PAS pelo método Doppler Ultrassônico. Para este método não foi necessária a localização do pulso. O manguito foi insuflado até oclusão da artéria e esvaziado automaticamente pelo dispositivo, de forma linear, à medida que o manguito é desinflado o movimento do fluxo nas paredes arteriais se reestabelece e o aparelho percebe as oscilações na artéria.

Conforme a pressão dentro do manguito reduz, a amplitude do movimento da parede arterial (que é percebida pelo manguito e demonstrada no gráfico) se torna maior, até atingir um ponto máximo, onde é fornecida a pressão arterial média. A partir desta foi calculada a pressão máxima (sistólica) e mínima (diastólica), conforme representação gráfica (Figura 1).

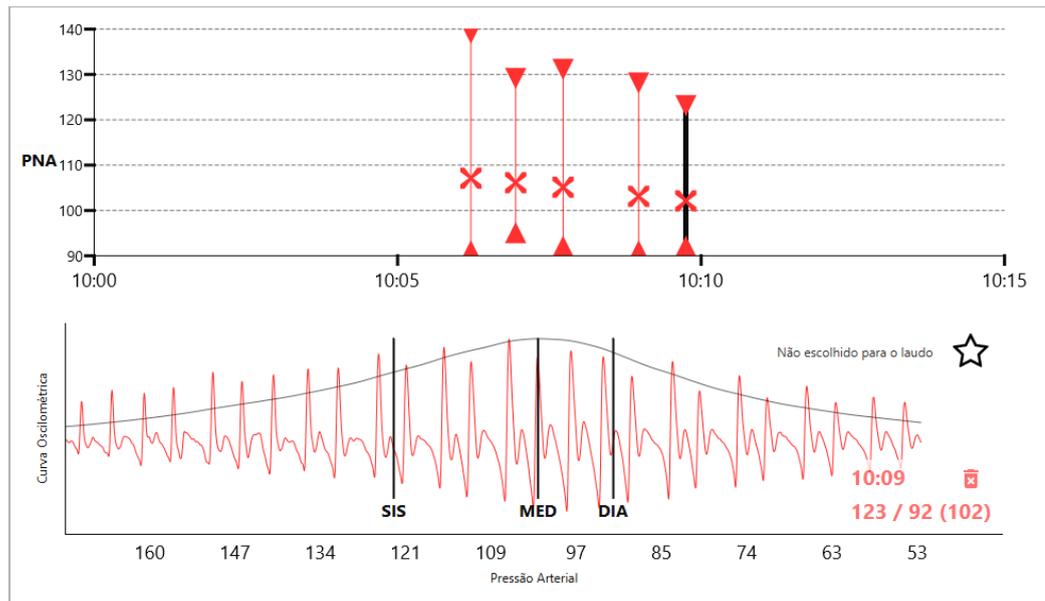


Figura 1: Curva de aferição da pressão arterial (PA) de um cão saudável, a partir do dispositivo oscilométrico de alta definição (OAD). Curva gerada em formato de sino, formato ideal, fornecendo valores de pressão arterial sistólica (SIS), média (MED) e diastólica (DIA).

5. Análise estatística

As diferenças entre o método de mensuração de pressão arterial a ser avaliado oscilométrico de alta definição (OAD) em relação aos métodos padrões Doppler ultrassônico vascular (DU) foram analisadas pelo método de Bland-Altman e comparadas por meio do teste T de Student. Um valor de $p < 0,05$ foi utilizado para definir a significância estatística.

Ao comparar OAD e DU, o desvio médio e o desvio padrão da diferença foram calculados para cada conjunto de medições subtraindo a pressão DU do OAD simultâneo. Um viés (Bias) positivo indica que o OAD subestima o DU, e um viés (Bias) negativo indicaria que o OAD superestima o DU correspondente.

Para avaliar a concordância das medidas pareadas, foram determinados os limites de concordância de 95% para estimar o intervalo de concordância entre as duas técnicas. Os limites de concordância superior e inferior foram calculados como viés (bias) $\pm 2DP$.

Os critérios usados para avaliar o desempenho de ambos os dispositivos não invasivos foram selecionados de acordo com as seguintes recomendações ACVIM (Brown et al. 2007):

- O viés (bias) das medições pareadas para OAD e DU tratadas separadamente é de ± 10 mmHg ou menos;
- Cinquenta por cento de todas as medições para OAD e DU tratado separadamente está dentro de 10 mmHg do método de referência;
- Oitenta por cento de todas as medições para OAD e DU tratadas separadamente estão dentro de 20 mmHg do método de referência.

Todas as análises foram realizadas usando um software disponível comercialmente (SPSS 25.0).

6. Resultados e discussão

Foram avaliados 61 cães de ambos os sexos (18 machos e 42 fêmeas), entre 1 e 14 anos (média de 7 anos), e peso entre 3 e 62,8 kg (média de 18,7 kg). As raças avaliadas foram: Sem Raça Definida (30), Shih Tzu (9), Yorkshire (5), Beagle (4), Poodle (2), Pincher (2), Labrador (2), Akita (1), Bull Terrier (1), Schnauzer (1), Border Collie (1), Boxer (1), Pastor Alemão (1) e Chow-Chow (1).

Um cão, da raça Dachshund, foi excluído do estudo pois em nenhuma das aferições com o dispositivo OAD foi possível formar curva adequada (Figura 3), podendo estar associado a forma anatômica do membro na raça. Os manguitos utilizados para mensuração da PA são cilíndricos e adaptados da medicina, há questionamentos sobre o formato cônico dos membros dos pacientes e diferenças entre as raças, porém estudo com manguito em formato cônico não demonstrou diferença significativa para os valores de PA (Brown, et al. 2007; Bourazak e Hofmeister, 2018).

Realizaram-se 5 mensurações em cada paciente nos dois métodos, totalizando 305 aferições de PA pelo método DU e 292 pelo OAD. Foi possível avaliar a pressão de 100% dos pacientes pelo DU, mesmo dos pacientes agitados e com tremor, porém estes foram excluídos do estudo por gerar muito artefato nas curvas do dispositivo OAD, não possibilitando um valor de pressão preciso e confiável. Treze dos pacientes avaliados apresentaram uma das medidas com erro dentro das 292 mensurações (4,2%) na avaliação do OAD, sendo as mesmas

descartadas. Em estudo com 29 cães observaram-se 5 mensurações com erro pelo OAD e 20 pelo oscilométrico padrão (Wernick, et al. 2012).

Na tabela 1 apresentam-se os valores de PAS pelos métodos DU e OAD.

Tabela 1. Média \pm DP, 95% Intervalo de confiança (95% IC) e coeficiente de variação (CV %) da pressão sanguínea sistólica, mensurada por Doppler e oscilométrico de alta definição, de 60 cães hospitalizados em três diferentes grupos (normotenso, hipotenso e hipertenso).

Grupos	Variável	DU	OAD	P value*
Normotensos (n = 34)	Média \pm DP	132.9 \pm 13	132 \pm 14.84	0.77
	95% IC	128.4 – 137.4	126.8 – 137.1	
	CV (%)	9.77	11.25	
Hipertensos (n = 16)	Média \pm DP	189.5 \pm 15.07	162.3 \pm 14.38	<0.0001
	95% IC	181 – 197	154.7 – 170	
	CV (%)	7.95	8.86	
Hipotensos (n = 10)	Média \pm DP	76.04 \pm 8.77	79.54 \pm 12.73	0,483
	95% IC	69.76 – 82.32	70.43 – 88.64	
	CV (%)	11.54	16	

* P<0.05: Há diferenças significativas entre as médias da SAP pelo teste T de Student. Siglas: Doppler Ultrassônico (DU), Oscilométrico de alta definição (OAD).

Estudos comparando aferição da PAS através das técnicas invasivas e DU com os dispositivos oscilométricos padrão e de alta definição, em pacientes acordados e anestesiados, vem sendo realizados na tentativa de validar e justificar a implementação na rotina clínica. No entanto, a maioria dos trabalhos demonstram baixa acurácia e precisão, principalmente em pacientes hipertensos e sugerem mais estudos (Rysnic et al, 2013; Cerna et al. 2020).

No presente estudo não foi observado diferença significativa quando comparado a mensuração de pressão pelos métodos DU e OAD em pacientes normotensos (P = 0,77) e hipotensos (P = 0,483). Porém em pacientes hipertensos (P<0,0001) a PAS apresentou valores

inferiores pelo OAD (Figura 3), assim como ocorreu em outros estudos avaliando aparelhos de OAD em cães e gatos (Gains, et al. 1995; Sowyer, et al. 2004; Cerna, et al. 2021).

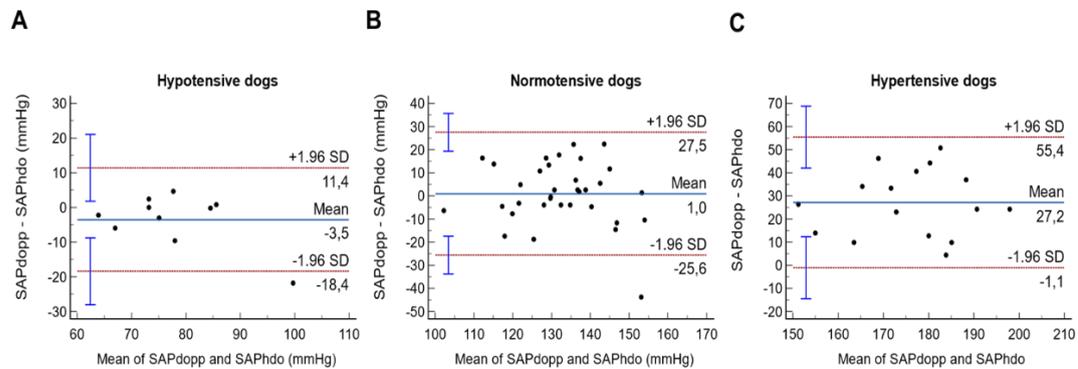


Figura 2: Gráfico de Bland-Altman com múltiplas medidas por grupo de mensuração da pressão arterial sistólica (SAP) pelo uso do detector de fluxo ultrassônico Doppler (Dopp) e pelo dispositivo oscilométrico de alta definição (HDO) em cães. O viés das medidas é indicado pela linha contínua e os limites de 95% de concordância pelas linhas tracejadas. (A) tamanho da amostra = 53 medidas em 11 cães hipotensos; viés = -7,4 mmHg e LoA = -38,5 a 23,5 mmHg. (B) tamanho da amostra = 164 medidas em 34 cães normotensos; viés = 1,0 mmHg e LoA = -34,2 a 36,2 mmHg. (C) tamanho da amostra = 75 medidas em 16 cães hipertensos; viés = 27,6 mmHg e LoA = -13,6 a 68,7 mmHg.

Um trabalho avaliando dois dispositivos oscilométricos, DU e pressão invasiva em 11 cães doentes, demonstraram valores subestimados de pressão para os métodos indiretos, quando comparados com o método direto, em pacientes normotensos e hipertensos e superestimou os valores de PAM em pacientes hipotensos. Tal achado sugere o uso de outros parâmetros de avaliação hemodinâmica em pacientes hospitalizados. Já a mensuração da PAS se mostrou um parâmetro com melhor acurácia em pacientes normotensos e hipotensos quando comparada com a PAD e PAM (Bosiack et al. 2010), resultados semelhantes ao presente estudo.

Ambos os métodos de aferição de PA indiretos são susceptíveis a avaliações errôneas. De acordo com as diretrizes que propõe as diretrizes para validação de dispositivos para aferição de PAS do ACVIM, a principal causa de erro na mensuração da PA acontece por inexperiência do operador. Para minimizar erros é necessário seguir protocolos operacionais, como posicionamento adequado do paciente, altura do membro onde será posicionado o manguito,

escolha adequada do manguito e utilização de aparelhos previamente validados (Acieno et al. 2018).

O dispositivo OAD ainda tem maiores limitações em pacientes acordados, por apresentar muitos artefatos nas ondas de pulso, os quais podem ser desencadeados por qualquer movimento ou tremor no momento de esvaziamento do manguito de compressão (Figura 3), impossibilitando um valor de PA confiável. Para isso é necessária uma adequada avaliação do gráfico gerado, para exclusão de mensurações inadequadas. Além disso ainda existem poucos estudos de validação de dispositivos oscilométricos em pacientes conscientes, o que se faz necessário para maior confiabilidade dos valores obtidos (Brown, et al. 2007; Acieno et al. 2018).

Quando comparados os métodos, também foi observada reação do paciente ao posicionamento do transdutor, ao sentir o gel ultrassônico no membro, muitas vezes houve resistência em manter o membro parado. Contudo, fazia parte do protocolo aguardar que o paciente ficasse mais tranquilo para, então, iniciar a mensuração. Tal alteração não ocorreu com o OAD que não necessita de posicionamento de transdutor, apenas do manguito.

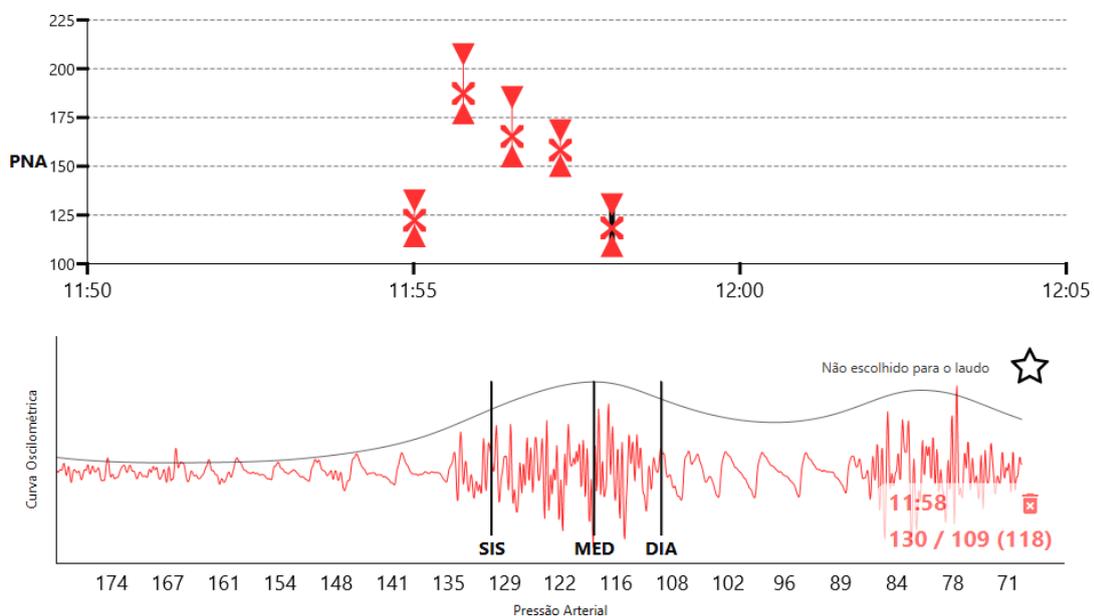


Figura 3: Curva de aferição da pressão arterial (PA) gerada a partir do dispositivo oscilométrico de alta definição (OAD) em paciente canino apresentando intensos tremores no momento de esvaziamento do

manguito. Curva não apresenta formato de sino, fornecendo valores de pressão arterial sistólica (SIS), média (MED) e diastólica (DIA) inadequados.

Estudos demonstraram que a PAS pode ser variável e sofrer interferência com a idade, porte, raça, sexo, temperamento, estado de saúde, exercícios e dieta do paciente. Para muitos desses parâmetros não é conhecido o mecanismo pelo qual tal variação ocasionada (Bodey e Michell, 1996; Mishina et al. 1997; Bosiack, et al. 2010).

Foi avaliado o tempo de mensuração da PA em 10 cães para diferentes métodos, e foi observada média de 2,19 minutos para o DU com DP de 0,49 e 3,71 minutos para o OAD com DP de 0,39, para 5 aferições com cada dispositivo. Apesar da resistência no momento do contato do gel no membro, ainda foi possível uma mensuração mais rápida com o DU, provavelmente devido ao tempo necessário para formar cada curva de pressão com o dispositivo OAD. Entretanto, em estudo com quatro observadores, foram comparados os tempos de mensuração da PA utilizando os dispositivos DU e OAD com o base na experiência do profissional. Foi constatado que observadores menos experientes demoraram mais tempo para obter os valores de pressão com o DU, sugerindo que aferição com este aparelho exige um mínimo de treinamento, enquanto para avaliação da PA com o OAD o tempo gasto entre os quatro observadores foi o mesmo (Chetboul, et al. 2010).

7. Conclusão

O dispositivo OAD produz leituras de PAS em boa concordância com o DU em cães acordados sejam normotensos ou hipotensos. No entanto, em cães hipertensos, a concordância da PAS medida por DU e OAD é pobre.

8. Referências bibliográficas

ACIERNO M.J., LABATO M.A. Hypertension in renal disease: diagnosis and treatment. **Clin Tech Small Anim Pract**, v. 20, n. 1, p. 23-30, 2005.

ACIERNO, M. J.; FAUTH, E.; MITCHELL, M. A. et al. Measuring the level of agreement between directly measured blood pressure and pressure readings obtained with a veterinary-specific oscillometric unit in anesthetized dogs. **Journal of Veterinary emergency and critical care**, v. 23, n. 1, p. 37-40, 2013.

ACIERNO M.J., BROWN S., COLEMAN A.E., et al. ACVIM consensus statement: guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, p. 1803-1822, 2018.

BINNS, S.H., SISSON, D.D., BUOSCIO, D.A., SCHAEFFER, D.J. Doppler ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric, and photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v. 9, p. 405-414, 1995.

BODEY, A.R., MICHELL A.R. Epidemiological study of blood in domestic dogs. **Jornal of Small Animal Practice**, v. 37, n. 3, p. 116 – 125, 1996.

BOURAZAK, L. A., HOFMEISTER, E. H. Bias, sensitivity, and specificity of Doppler ultrasonic flow detector measurement of blood pressure for detecting and monitoring hypotension in anesthetized dogs. **Jornal of the American Veterinary Medical Association**, v. 253, n. 11, p. 1433-1438, 2018.

BOSIACK, A. P.; MANN, F. A.; DODAM, J. R. et al. 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.

BROWN, S.A.; HENIK, R.A. Diagnosis and treatment of systemic hypertension. **Veterinary Clinical North American: Small Animal Practice**, v.28, p.1481- 1493, 1998.

BROWN, S.; ATKINS, C.; BAGLEY, R. et al. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 21, n. 3, p. 542-558, 2007.

CERNA, P.; ARCHONTAKIS P. E.; CHEUK, H. O. et al. Comparison of Doppler ultrasonic and oscillometric devices (with or without proprietary optimisations) for non-invasive blood pressure measurement in conscious cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 23, n. 2, p. 121-130, 2021.

CHETBOUL V., TISSIER R., GOUNI V., et al. Comparison of Doppler ultrasonography and high-definition oscillometry for blood pressure measurements in healthy awake dogs. **American Jornal Veterinary Resience**, v. 71, n. 7, p. 766-772, 2010;71.

- FINCO, D.R. Association of systemic hypertension with renal injury in dogs with induced renal failure. *J Vet Intern Med.* v. 18, p. 289-294, 2004.
- GAINS, M.J., GRODECKI, K.M., JACOBS, R.M., et al. Comparison of direct and indirect blood pressure measurements in anesthetized dogs. *Can J Vet Res*, v. 59, n. 3, p. 238-240, 1995.
- GOUNI, V., TISSIER, R., MISBACH, C., et al. Influence of the observer's level of experience on systolic and diastolic arterial blood pressure measurements using Doppler ultrasonography in healthy conscious cats. *J Feline Med Surg.* v. 17, p. 94-100, 2015.
- HABERMAN CE, MORGAN JD, KANG CW, et al. Evaluation of Doppler ultrasonic and oscillometric methods of indirect blood pressure measurements in cats. *Int J Appl Res Vet Med.* v. 2, p. 279–289, 2004.
- HALL, J. E. Visão geral da circulação; biofísica de pressão, fluxo e resistência. *In: Tratado de fisiologia médica.* 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017, cap. IV, p. 169-184.
- HALL, J. E. Controle local e humoral do fluxo sanguíneo dos tecidos. *In: Tratado de fisiologia médica.* 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017, cap. IV, p. 203-224.
- HASKINS, S. C. Monitoring anesthetized patients. *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones* p. 86-113, 2007.
- LARSSON, M. H. Hipertensão arterial sistêmica em cães e gatos. *In: Tratado de cardiologia de cães e gatos.* São Caetano do Sul, SP: Interbook Editorial, 2020, cap. 17, p. 285 – 300.
- MACFARLANE, P. D.; GRINT, N.; DUGDALE, A. Comparison of invasive and non-invasive blood pressure monitoring during clinical anaesthesia in dogs. *Veterinary Research Communications*, v. 34, p. 217-227, 2010.
- MARTEL, E.; EGNER, B.; BROWN, S. A. et al. Comparison of high-definition oscillometry — a non-invasive technology for arterial blood pressure measurement — with a direct invasive method using radio-telemetry in awake healthy cats. v. 15, n. 12, p. 1104-1113, 2013.
- MISHINA, M., WATANABE, T., FUJII, K. et al. A clinical evaluation of blood pressure through non-invasive measurement using the oscillometric procedure in conscious dogs. *Journal of veterinary medical science*, v. 59, n. 11, p. 989-993, 1997.
- REDONDO, J. I.; RUBIO, M.; SOLER, G. et al. Normal values and incidence of cardiorespiratory complications in dogs during general anaesthesia. A review of 1281 cases. *Transboundary and Emerging Diseases*, v. 54, n. 9, p. 470-477, 2007.
- ROZANSKI E.A., RUSH J.E. Monitoring critical care patients. *In: Small Animal Emergency and Critical Care Medicine.* London: Mason Publishing; 2007, p. 213–219.
- RYSNIK, M. K.; CRIPPS, P.; IFF, I. A clinical comparison between a non-invasive blood pressure monitor using high definition oscillometry (Memodiagnostic MD 15/90 Pro) and

invasive arterial blood pressure measurement in anaesthetized dog. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 40, n. 5, p. 503-511, 2013.

SAWYER, D.C., GUIKEMA, A.H., SIEGEL, E.M. Evaluation of a new oscillometric blood pressure monitor in isoflurane-anesthetized dogs. *Vet Anaesth Analg*, v.31, n. 1, p. 27-39, 2004.

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.

STEPIEN R, HENIK R. Systemic hypertension. *In: Bonagura JD, Twedt DC.* eds. *Current Veterinary Therapy XIV*. St. Louis: Elsevier Saunders; 2009; pp. 713–717.

VACHON, C.; BELANGER, M. C.; BURNS, P. M. Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic devices for blood pressure measurements in anesthetized and conscious dogs. *Research in Veterinary Science*, v. 97, n. 1, p. 111-117, 2014.

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.

WERNICK, M. B.; HOPFNER, R. M.; FRANCEY, T. Comparison of arterial blood pressure measurements and hypertension scores obtained by use of three indirect measurement devices in hospitalized dogs. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 240, n. 8, p. 962-968, 2012.