

Determinação da acurácia do monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 na mensuração da pressão arterial em cães anestesiados de diferentes faixas de peso

Evaluation of the Accuracy of the Delta Life DL 1000 Oscillometric Monitor for Blood Pressure Measurement in Anesthetized Dogs of Different Weight Ranges

Bárbara Silva Correia, Eduardo Raposo Monteiro, João Victor Barbieri Ferronato, Luciana Branquinho Queiroga & José Ricardo Herrera Becerra

ABSTRACT

Background: Arterial blood pressure is one of the most commonly variables monitored during anesthetic procedures in veterinary patients. The most reliable method for measuring arterial blood pressure in dogs and cats is the direct (invasive) method. However, the oscillometric method is less complex and more practical for clinical routine in small animals. Nevertheless, oscillometric monitors present great variability in accuracy. The present study aimed to determine the accuracy of the Delta Life DL 1000 oscillometric monitor for measurement of systolic, mean and diastolic blood pressures (SAP, MAP and DAP, respectively) in anesthetized dogs of different weight ranges.

Materials, Methods & Results: This study was approved by the Institutional Ethics Committee of Animal Use. Fifteen female dogs of different breeds, weighing 11.6 ± 10.0 kg and with a mean age of 48 ± 51 months were used. All animals were scheduled for elective surgery under general anesthesia in the Institution Veterinary Hospital. Dogs were anesthetized with morphine, propofol and isoflurane and had a 20 or 22 gauge catheter introduced into the dorsal pedal artery for continuous, invasive monitoring of SAP, MAP and DAP. A blood pressure cuff was positioned over the middle third of the radius and connected to Delta Life DL 1000 monitor. Oscillometric readings of SAP, MAP and DAP were registered every 5 minutes, and invasive values were simultaneously recorded. Values obtained with both methods were compared (invasive versus oscillometric) by use of the Bland Altman method to determine the bias, standard deviation of bias and 95% limits of agreement. The percentages of errors between the methods within 10 mmHg and within 20 mmHg were calculated. The results obtained were compared with the criteria from the American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) for validation of indirect methods of arterial blood pressure measurement. Data were stratified into two groups according to the weight: < 10 kg (Group 1; $n = 9$); and ≥ 10 kg (Group 2; $n = 6$). In Group 1, 119 paired measurements were obtained, four of which classified as hypotension (SAP < 90 mmHg), 98 as normotension (SAP from 90 to 140mmHg) and 17 as hypertension (SAP > 140 mmHg). Bias (\pm SD) values in Group 1 were as follows: SAP, 5.2 ± 18.1 mmHg; MAP, -3.4 ± 17.2 mmHg; and DAP, 12.0 ± 17.5 mmHg. The percentages of errors within 10 mmHg were 40.3% for SAP; 45.4% for MAP and 28.6% for DAP. The percentages of errors within 20 mmHg were 72.3% for SAP, 84.0% for MAP and 68.1% for DAP. In Group 2, 66 paired measurements were obtained, nine of which classified as hypotension, 56 as normotension and one as hypertension. Bias (\pm SD) in Group 2 were as follows: SAP, 13.6 ± 14.3 mmHg; MAP, -1.1 ± 13.5 mmHg; and DAP, 8.2 ± 16.0 mmHg. The percentages of errors within 10 mmHg were 33.3% for SAP, 77.3% for MAP and 33.3% for DAP. The percentages of errors within 20 mmHg were 65.1% for SAP, 92.4% for MAP and 83.4% for DAP.

Discussion: Based on the results of this study and reference criteria from the ACVIM, the Delta Life DL 1000 monitor had a poor accuracy for SAP, MAP and DAP and did not meet the criteria from the ACVIM in anesthetized dogs under 10 kg. Measurements of MAP in dogs ≥ 10 kg met the ACVIM criteria, but measurements of SAP and DAP did not. Based on the findings in this study, the DL 1000 oscillometric monitor is not recommended for blood pressure measurement in anesthetized dogs < 10 kg. In dogs ≥ 10 kg, measurements of MAP yielded acceptable values, but SAP and DAP measurements did not.

Keywords: arterial blood pressure, noninvasive blood pressure, anesthetic monitoring.

Descritores: pressão arterial, pressão arterial não invasiva, monitoração anestésica.

DOI: 10.22456/1679-9216.105229

Received: 29 March 2020

Accepted: 3 July 2020

Published: 27 July 2020

Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil. CORRESPONDENCE: E.R. Monteiro [eduardo.monteiro@ufrgs.br]. Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9090, Agronomia, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS, Brasil.

INTRODUÇÃO

A pressão arterial sistêmica é o produto do débito cardíaco e da resistência vascular sistêmica, sendo um dos parâmetros para avaliar a função cardiovascular em cães durante a anestesia [8]. A hipotensão arterial pode causar comprometimento da perfusão cerebral e coronária, além da possibilidade de lesões isquêmicas em órgãos alvo [5]. Por outro lado, a hipertensão arterial, mesmo que de forma transitória, pode causar edema e hemorragia em diversos órgãos, sendo cérebro e pulmões os de maior importância [5].

A forma mais confiável de se aferir a pressão arterial em cães é através do método direto (invasivo), que consiste em acesso arterial com um cateter e conexão a um sistema tubular de aferição. Contudo, esse método exige habilidade técnica além de equipamentos específicos, e apresenta maiores riscos de complicações como hemorragia, infecção e hematoma, não sendo utilizado rotineiramente em cães e gatos submetidos a procedimentos eletivos [4,11]. Algumas técnicas de aferição indireta, como o monitor oscilométrico, são mais práticas para uso na rotina veterinária desses animais. Embora sejam mais práticas, os monitores oscilométricos apresentam certa variabilidade em sua acurácia quando comparados ao método invasivo, podendo subestimar ou superestimar os valores de pressão [2]. Não foram encontrados na literatura consultada estudos sobre a acurácia do monitor oscilométrico Delta Life modelo DL 1000. Baseado nisso, o objetivo deste estudo foi determinar a acurácia do monitor DL 1000 na mensuração da pressão arterial sistólica, média e diastólica (PAS, PAM e PAD) em cães anestesiados de diferentes faixas de peso.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRGS. Foram utilizadas 15 cadelas, de raças variadas, pesando em média $11,6 \pm 10,0$ kg e com idade média de 48 ± 51 meses. Todas as cadelas foram oriundas da rotina cirúrgica do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS para a realização de ovariosalpingohisterectomia eletiva ou mastectomia unilateral. Em todas as cadelas, foi realizado exame físico completo, hemograma, bioquímica sérica (dosagem de albumina, alanina aminotransferase, creatinina e ureia), radiografia torácica e ultrasso-

nografia abdominal. Animais com anormalidades nos exames foram excluídas do estudo.

Procedimento anestésico e instrumentação

Os animais foram submetidos a jejum alimentar de 6 h, sem restrição hídrica. A medicação pré-anestésica (MPA) foi constituída de morfina¹ na dose de 0,3 mg/kg, associada ou não à acepromazina² na dose 0,02 mg/kg, ambas por via intramuscular, aspiradas em seringa única. Após a MPA, foi realizada tricotomia do membro torácico para acesso venoso na região da veia cefálica, da região cirúrgica e do membro pélvico para acesso arterial. Após o acesso venoso, os animais foram encaminhados para a sala de cirurgia. Durante todo o período cirúrgico, foi administrada fluidoterapia intravenosa com solução de Ringer com lactato de sódio na taxa de 10 mL/kg/hora.

A indução anestésica foi feita com propofol e, após constatado relaxamento da cabeça, perda do reflexo interdigital e perda do tônus mandibular, foi realizada a intubação orotraqueal. Subsequentemente, iniciou-se a manutenção anestésica com isoflurano¹ vaporizado em oxigênio 100%. Os animais foram submetidos à ventilação mecânica e se iniciava a monitoração anestésica com o monitor multiparamétrico GE modelo DASH 4000³ ou Digicare modelo LW9⁴ que fornecia as informações de eletrocardiograma, frequência cardíaca, pressão arterial invasiva, saturação de hemoglobina com oxigênio, concentração expirada de dióxido de carbono e temperatura esofágica.

Um cateter⁵ 20G ou 22G foi introduzido por punção percutânea da artéria dorsal pedal para monitoração invasiva contínua da PAS, PAM e PAD. O cateter arterial foi conectado a um sistema tubular de baixa complacência e transdutor⁶ de pressão arterial, preenchido com solução salina heparinizada e pressurizado a 300 mmHg. O transdutor de pressão foi conectado ao monitor multiparamétrico³ e zerado ao nível do coração do paciente. O formato das ondas de pressão arterial era verificado constantemente e, em caso de ondas de pressão com característica superamortecida, sugestivo de oclusão por coágulo, o sistema era lavado antes de se efetuar os registros.

Para monitoração pelo método oscilométrico, foi posicionado um manguito, proximal ao carpo do membro torácico do animal. A largura do manguito correspondia a 40% da circunferência do membro do animal, e o mesmo era conectado ao monitor Delta Life DL 1000⁷.

Coleta de dados

A monitoração era realizada durante todo o procedimento anestésico, com intervalos de 5 min entre as mensurações. Inicialmente, era feito o registro da pressão arterial pelo método invasivo dos valores de PAS, PAM e PAD. A seguir, era iniciada a aferição da pressão arterial pelo método oscilométrico de forma automatizada. Depois de concluída a mensuração pelo método oscilométrico, eram fornecidos os valores de PAS, PAM e PAD e então, os valores de pressão invasiva eram novamente registrados. A média aritmética entre os valores de PAS, PAM e PAD registrados imediatamente antes e após a mensuração pelo método oscilométrico foi utilizada para análise. O tempo decorrido entre o início e a conclusão da aferição pelo método oscilométrico também foi registrado assim como a ocorrência de erros de mensuração pelo monitor.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada empregando-se o software Graphpad Prism versão 6.0 para plataforma Windows. Baseado no peso das cadelas, os dados foram estratificados em dois grupos: um grupo de 9 animais com peso menor que 10 kg (Grupo 1) e outro grupo de 6 animais com peso igual ou maior a 10 kg (Grupo 2). A concordância entre os valores de PAS, PAM e PAD registrados pelos dois métodos (invasivo versus oscilométrico) foi avaliada empregando o método de Bland Altman para cálculo do viés, desvio-padrão do viés e limites de concordância 95%. Para efeito de análise, o método invasivo de aferição foi considerado o padrão ouro e o método oscilométrico o alternativo, de forma que valores de viés positivos caracterizam pressão arterial subestimada pelo método oscilométrico, enquanto que valores de viés negativos representam pressão não invasiva superestimada.

Foram calculadas as porcentagens de erro entre os valores de pressão mensurados pelo método oscilométrico em relação ao método invasivo e as diferenças foram classificadas em ≤ 10 mmHg e ≤ 20 mmHg. Os resultados obtidos foram comparados com os critérios do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) para validação de métodos indiretos de pressão arterial [3].

RESULTADOS

Foi obtido um total de 185 pares de mensurações (valores simultâneos de registro da pressão invasiva e não invasiva) das 15 cadelas incluídas no estudo. O tempo médio das mensurações pelo monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 foi de 109 ± 3 segundos.

Do total de mensurações do Grupo 1, não houve nenhum erro de mensuração referente ao aparelho oscilométrico, resultando em um total de 119 pares de mensurações. Baseado nos valores de pressão arterial invasiva, 4 pares foram classificados como hipotensão (PAS < 90 mmHg), 98 pares como normotensão (PAS entre 90 e 140mmHg) e 17 pares como hipertensão (PAS > 140mmHg).

No Grupo 2, do total de 70 pares de mensurações, 5,7% apresentaram erro, totalizando 66 pares para análise. Baseado nos valores de pressão arterial invasiva no Grupo 2, 9 pares foram classificados como hipotensão, 56 pares como normotensão e 1 par como hipertensão. Os valores do viés, desvio padrão do viés e porcentagens de erro ≤ 10 mmHg e ≤ 20 mmHg para PAS, PAM e PAD para as cadelas do Grupo 1 encontram-se na Tabela 1, enquanto que esses mesmos valores para animais do Grupo 2 encontram-se na Tabela 2. Os critérios de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) são relatados nas mesmas tabelas para comparação [3].

Tabela 1. Valores do viés, desvio padrão do viés, limites de concordância 95% e porcentagens de mensurações com diferenças entre os métodos ≤ 10 e ≤ 20 mmHg obtidos em 9 cadelas anestesiadas com peso inferior a 10 kg (Grupo 1).

	CAMIV	PAS	PAM	PAD
Viés (mmHg)	± 10	5,2	-3,4	12,0
Desvio padrão do viés (mmHg)	≤ 15	18,1	17,2	17,5
Limites de concordância (mmHg)	NR	- 30,3 a 40,6	-37,2 a 30,2	-22,2 a 46,4
% diferenças ≤ 10 mmHg	$\geq 50\%$	40,3	45,4	28,6
% diferenças ≤ 20 mmHg	$\geq 80\%$	72,3	84,0	68,1

Os critérios de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) [1] são relatados para comparação. NR: não relatado.

Tabela 2. Valores do viés, desvio padrão do viés, limites de concordância 95% e porcentagens de mensurações com diferenças entre os métodos ≤ 10 e ≤ 20 mmHg obtidos em 6 cadelas anestesiadas com peso ≥ 10 kg (Grupo 2).

	CAMIV	PAS	PAM	PAD
Viés (mmHg)	± 10	13,6	-1,1	8,2
Desvio padrão do viés (mmHg)	≤ 15	14,3	13,5	16,0
Limites de concordância (mmHg)	NR	- 14,5 a 41,7	-27,5 a 25,4	-23,1 a 39,5
% diferenças ≤ 10 mmHg	$\geq 50\%$	33,3	77,3	33,3
% diferenças ≤ 20 mmHg	$\geq 80\%$	65,1	92,4	83,3

Os critérios de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) [1] são relatados para comparação. NR: não relatado.

DISCUSSÃO

Baseado nos resultados obtidos nesse estudo, o desempenho do monitor DeltaLife DL 1000 foi inferior para animais com menos de 10 kg (Grupo 1) em comparação a animais ≥ 10 kg (Grupo 2). Também houve diferença no desempenho do monitor para as três pressões, sendo melhor para aferição da PAM do que para PAS e PAD.

Para os animais do Grupo 1, o monitor Delta Life modelo DL 1000 não atendeu à maioria dos critérios estabelecidos pelo CAMIV. Apesar dos valores de viés de PAS, PAM e PAD terem se apresentado dentro dos valores de referência, o DP, assim como as porcentagens de erro ≤ 10 mmHg e ≤ 20 mmHg se encontraram fora dos valores de referência. Os valores de PAM foram os que mais se aproximaram dos critérios do CAMIV e os valores de PAD foram os que mais destoaram desses critérios.

Já para as cadelas do Grupo 2, os valores mensurados de PAM atenderam a todos os critérios de referência do CAMIV, enquanto que PAS e PAD foram reprovadas em pelo menos dois critérios. Em um estudo anterior [1] foi determinada a acurácia do monitor oscilométrico PetMap graphic. Os resultados desse estudo anterior demonstraram que houve pobre concordância dos valores de PAS, PAM e PAD obtidos pelo método oscilométrico em relação ao método invasivo em cães anestesiados em ampla faixa de peso. Esses resultados reforçam a ideia de que a acurácia pode ser variável entre os diferentes monitores oscilométricos e que a faixa de peso é um fator que pode influenciar o desempenho do monitor.

A diferença observada no desempenho do monitor entre cães de pequeno e grande porte pode ser explicada devido a maior imprecisão que o oscilométrico apresenta em pacientes pequenos [11], em

decorrência da dificuldade de mensuração em vasos de pequeno calibre, seja pelo tamanho do animal ou por vasoconstricção [5]. Já para cães de médio a grande porte, o monitor oscilométrico é mais confiável para aferição da pressão arterial [10].

A maior concordância observada com a PAM pode ser explicada pelo fato de monitores oscilométricos estimarem os valores de pressão a partir da PAM. A pressão do manguito em que ocorrem oscilações máximas corresponde à PAM e então os valores de PAS e PAD são calculados a partir do sinal oscilométrico por algoritmos lineares próprios [6]. Sabe-se da importância da confiabilidade na mensuração da PAM, uma vez que esta sugere adequada pressão de perfusão tecidual, sendo essa a prioridade durante a anestesia geral [10].

No presente estudo, independentemente da faixa de peso (Grupos 1 e 2), o valor do viés foi ligeiramente negativo para a PAM. Os valores de viés negativos possuem uma relevância clínica bastante importante, pois havendo superestimação do valor de pressão, pode-se deixar de tratar um animal hipotenso, trazendo consequências graves como diminuição da perfusão de órgãos vitais levando a sua disfunção [7]. Em estudo realizado anteriormente [9], utilizando oito cães com peso de 19 a 32 kg, a concordância do monitor oscilométrico PetMap foi avaliada em normotensão e hipotensão (PAM ~ 40 mmHg) induzida pela retirada de aproximadamente 40% do volume sanguíneo. Os valores de viés obtidos em normotensão foram 14,7 mmHg para PAS, 16,4 mmHg para PAM e 14,1 mmHg para PAD. Já em hipotensão os valores foram 32,0 mmHg para PAS, 24,2 mmHg para PAM e 16,8 mmHg para PAD. Dessa forma pode-se concluir que os valores de viés variaram significativamente de acordo com o estado hemodinâmico do paciente, especialmente para PAS e PAM. No presente estudo houve poucas mensurações em hipotensão. Dessa

forma, é possível que a acurácia do monitor seja pior nessas circunstâncias, mas essa hipótese necessita confirmação por estudos com um número maior de cães submetidos à hipotensão.

As medidas de pressão arterial não invasiva estão suscetíveis a variações, que podem ocorrer devido à largura incorreta do manguito, posicionamento do manguito, posicionamento do paciente e movimentação do animal no momento da mensuração [5]. No presente estudo buscou-se minimizar essas fontes de erro ao padronizar o manguito com 40% da circunferência do membro do animal [5], posicionar o manguito proximal ao carpo em todas as ocasiões, padronizar o decúbito dorsal e utilizar somente animais imóveis, submetidos à anestesia geral.

As medidas de pressão arterial invasiva também estão suscetíveis a variações devido ao local do acesso arterial [10], bem como ao sistema tubular utilizado, formação de coágulos sanguíneos ou bolhas de ar e a calibração do transdutor, podendo ocorrer amortecimento do sinal, resultando em alterações no traçado da onda de pulso [5]. Buscou-se evitar essas variações ao padronizar o acesso na artéria dorsal pedal, utilizar o mesmo sistema tubular em todo estudo, o qual era pressurizado para evitar a formação de coágulos, calibração do transdutor, que foi zerado periodicamente ao nível do coração do animal, além da inspeção visual do sistema tubular em busca de bolhas de ar bem como do formato das ondas de pressão na tela do monitor multiparamétrico.

Uma limitação do presente estudo é que os critérios do CAMIV são definidos para PAS [3]. Uma vez que não foram encontrados na literatura critérios para validação da PAM e PAD mensurada por métodos

indiretos, optou-se por utilizar os mesmos critérios definidos para PAS.

CONCLUSÃO

Para cães anestesiados com peso inferior a 10 kg, o monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 não atendeu os critérios do CAMIV para validação de monitores oscilométricos. Já para cães com peso igual ou maior do que 10 kg, os valores de PAM mensurados atenderam aos critérios de referência do CAMIV, mas os valores de PAS e PAD não. Dessa forma, baseado nos resultados desse estudo, o monitor oscilométrico DL 1000 não é recomendado para a mensuração da pressão arterial em cães anestesiados com peso inferior a 10 kg. Em cães anestesiados com peso igual ou maior a 10 kg, o monitor DL 1000 pode ser usado para a monitoração da pressão arterial desde que os valores de PAM sejam usados para a tomada de decisões clínicas.

MANUFACTURERS

¹Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda. Itapira, SP, Brazil.

²Vetnil Indústria e Comércio de Produtos Veterinários Ltda. SP, Brazil.

³GE Medical Systems Information Technologies Inc. Milwaukee, WI, USA.

⁴Digicare Biomedical Technology Inc. Boynton Beach, FL, USA

⁵Nipro Medical Corporation. Sorocaba, SP, Brazil.

⁶GaBmed Produtos Específicos Ltda. São Paulo, SP, Brazil.

⁷DeltaLife. São José dos Campos, SP, Brazil.

Ethical approval. Aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (protocolo 30906).

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of paper.

REFERENCES

- 1 Acierno M.J., Fauth E., Mitchell M.A. & Cunha A. 2013.** 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*. 23(1): 37-40.
- 2 Bodey A.R., Young L.E., Bartram D.H., Diamond M.J. & Michell A.R. 1994.** A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anesthetised dogs using tail and limb cuffs. *Research in Veterinary Science*. 57(3): 265-269.
- 3 Brown S., Atkins C., Bagley R., Carr A., Cowgill L., Davidson M., Egner B., Elliott J., Henik R., Labato M., Littman M., Polzin D., Ross L., Snyder P. & Stepien R. 2007.** Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 21(3): 542-558.
- 4 Haberman C.E., Kang C.W., Morgan J.D. & Brown S.A. 2006.** Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic methods of indirect blood pressure estimation in conscious dogs. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. 2(70): 211-217.

- 5 **Haskins S.C. 2015.** Monitoring Anesthetized Patients. In: Grimm K.A., Lamont L.A., Tranquilli W.J., Greene S.A. & Robertson S.A. (Eds). *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 5th edn. Ames: Wiley Blackwell, pp.86-113.
- 6 **Lee T.K. & Westenkow D.R. 1998.** Comparison of blood pressure measured by oscillometry from the supraorbital artery and invasively from the radial artery. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 14(2): 113-117.
- 7 **Mazzaferro E. & Wagner A.E. 2001.** Hypotension during anesthesia in dogs and cats: recognition, causes, and treatment. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*. 23(8): 728-737.
- 8 **Muir W.W. 2015.** Cardiovascular Physiology. In: Grimm K.A., Lamont L.A., Tranquilli W.J., Greene S.A. & Robertson S.A. (Eds). *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 5th edn. Ames: Wiley Blackwell, pp.417-472.
- 9 **Shih A., Robertson S., Vigani A., da Cunha A., Pablo L. & Bandt C. 2010.** Evaluation of an indirect oscillometric blood pressure monitor in normotensive and hypotensive anesthetized dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 20(3): 313-318.
- 10 **Vachon C., Belanger M.C. & Burns P.M. 2014.** Evaluation of oscillometric and doppler ultrasonic devices for blood pressure measurements in anesthetized and conscious dogs. *Research in Veterinary Science*. 97(1): 111-117.
- 11 **Waddell L.S. 2000.** Direct blood pressure monitoring. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*. 15(3): 111-118.