

Determinação da acurácia do monitor oscilométrico GE Dash 4000 na mensuração da pressão arterial em cadelas anestesiadas

Evaluation of the Accuracy and Precision of the GE Dash 4000 Oscillometric Monitor for Blood Pressure Measurement in Anesthetized Female Dogs

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

ABSTRACT

Background: Indirect measurement of arterial blood pressure, such as the oscillometric method, is the most commonly used in clinical practice of dogs and cats. This method measures blood pressure values that are estimates of direct (invasive) arterial blood pressure values. Oscillometric devices are easy to use even for non-experienced personnel. However, there is considerable variation in accuracy and precision of blood pressure values measured by different oscillometric monitors. The present study aimed to determine the accuracy and precision of the GE Dash 4000 oscillometric monitor for arterial blood pressure measurement in anesthetized female dogs.

Materials, Methods & Results: Sixteen healthy adult female dogs received 0.3 mg/kg morphine as premedication and were anesthetized with propofol and isoflurane. A 22-gauge catheter was introduced into the dorsal pedal artery and connected to a rigid tubular system and a pressure transducer filled with heparinized solution to allow direct (invasive) measurement of systolic (SAP), mean (MAP) and diastolic arterial pressure (DAP). A blood pressure cuff was positioned proximal to the carpus and connected to the oscillometric device (GE-DASH 4000 monitor) in order to obtain indirect measurements of SAP, MAP and DAP. Cuff width was 40% of limb circumference. During anesthesia, invasive arterial blood pressure values were measured and recorded simultaneously with the oscillometric method. The Bland Altman method was used to evaluate agreement between the methods by calculating the bias (invasive - oscillometric) and limits of agreement. Percentages of differences between the methods with an error ≤ 10 mmHg and ≤ 20 mmHg were calculated. Results were compared with the criteria from the American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) for validation of noninvasive blood pressure methods. Weight and age of dogs were 7.6 ± 2.2 kg and 20 ± 17 months, respectively. A total of 195 pairs of measurements were obtained from 16 animals. Of these pairs, 146 were classified as normotension (SAP: 90 to 140 mmHg), 28 as hypertension (SAP > 140 mmHg) and 21 as hypotension (SAP < 90 mmHg). Bias values \pm SD (95% limits of agreement) were: SAP, 5.0 ± 16.5 mmHg (-27.3 to 37.4 mmHg); MAP, -3.4 ± 14.3 mmHg (-31.4 to 24.6 mmHg); and DAP, 4.2 ± 11.8 mmHg (-18.9 to 27.4 mmHg). According to the ACVIM criteria, maximum values accepted for bias (\pm SD) are 10 ± 15 mmHg. Percentages of differences ≤ 10 mmHg and ≤ 20 mmHg were: SAP, 41% and 80%; MAP, 54% and 84%; and DAP, 64% and 91%. ACVIM recommendations are $\geq 50\%$ for errors within 10 mmHg and $\geq 80\%$ for errors within 20 mmHg.

Discussion: MAP and DAP values obtained by the GE-DASH 4000 monitor matched the ACVIM criteria for validation of noninvasive methods. Conversely, SAP values did not meet all the criteria, and were not considered reliable. Limitations of the study include: a) most dogs were of low weight; b) the ACVIM criteria refer to SAP measurements, but in the present study, the same criteria were applied to MAP and DAP measurements; c) the majority of observations were obtained during normotension. We conclude that MAP and DAP measurements obtained by the GE Dash 4000 monitor met the ACVIM criteria for validation of noninvasive blood pressure monitors. Therefore, this monitor was considered to have adequate accuracy and precision for MAP and DAP measurements in anesthetized normotensive dogs. Under the conditions of this study, SAP measurements obtained by this monitor were not reliable.

Keywords: arterial blood pressure, indirect blood pressure monitoring, noninvasive, oscillometric.

Descritores: pressão arterial, monitoração indireta da pressão arterial, não invasiva, oscilométrico.

DOI: 10.22456/1679-9216.88617

Received: 23 July 2018

Accepted: 28 November 2018

Published: 20 December 2018

Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil. CORRESPONDENCE: E.R. Monteiro [eduardo.monteiro@ufrgs.br - Fax: +55 (51) 33087856]. Faculdade de Veterinária (FaVet) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves n. 9090. Bairro Agronomia. CEP 91540-000 Porto Alegre, RS, Brazil.

INTRODUÇÃO

A pressão arterial (PA) é amplamente utilizada na rotina clínica e anestésica. Sua mensuração é importante para avaliar a função cardiovascular do paciente, auxiliando no diagnóstico de hipertensão e hipotensão que podem causar prejuízos aos órgãos vitais do animal, como o cérebro, rins, pulmões e coração [3].

A mensuração da pressão arterial invasiva (PAI) é considerada como “padrão de referência” para obtenção dos valores da pressão arterial sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD) [2], contudo, é um procedimento mais complexo e exige maior experiência do profissional para realizar a técnica, além de possuir maiores riscos de complicações [11].

O método oscilométrico é uma das formas não invasivas (PANI) disponíveis como uma alternativa para a mensuração da pressão arterial em cães. É um método amplamente utilizado por ser fácil e prático, sendo necessário aplicar um manguito de tamanho adequado em um dos membros ou na cauda do animal. Esse manguito será insuflado e desinsuflado automaticamente e a seguir fornecerá os valores de PAS, PAM e PAD. No entanto, existe uma variação na acurácia e precisão de diferentes aparelhos oscilométricos [3].

O monitor oscilométrico GE modelo Dash 4000 é de uso humano, mas apresenta utilização em cães por profissionais da área clínica e anestésica. Apesar da sua utilização na espécie, não foram encontrados na literatura consultada estudos sobre sua acurácia e precisão na monitoração da pressão arterial em cães. O presente estudo teve como objetivo determinar a acurácia e a precisão do monitor oscilométrico GE - Dash 4000 na mensuração da pressão arterial em cães anestesiados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFRGS (CEUA-UFRGS: 30906). Foram utilizadas 16 cadelas de diferentes raças, clinicamente saudáveis com base em exames clínico, hematológicos e bioquímicos. As cadelas eram atendidas na rotina do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS (HCV-UFRGS), agendados para a realização de ovariohisterectomia eletiva.

Procedimentos

Antes do procedimento, foi realizado jejum de sólidos de 6 h e hídrico de 2 h. Em uma sala pré-

-operatória, foi efetuado acesso da veia cefálica com a utilização de um cateter 22G e administração de morfina (0,3 mg/kg) por via intramuscular como medicação pré-anestésica. Aguardaram-se aproximadamente 20 min em ambiente calmo para que a medicação fizesse efeito. Após a preparação do paciente com tricotomia da região abdominal e na região dorsal do metatarso, o paciente foi transferido para a sala de cirurgia. A anestesia foi induzida com propofol, administrado pela via intravenosa, até que fosse possível realizar a intubação com tubo traqueal, o qual foi conectado ao sistema anestésico com reinalação de gases. Para a manutenção anestésica, foi utilizado isoflurano diluído em oxigênio (100%) fornecido por meio de vaporizador universal tipo Kettle. O ajuste da profundidade anestésica foi realizado para manter as seguintes condições: rotação do globo ocular, ausência de reflexo palpebral, relaxamento mandibular e pressão arterial média entre 60 mmHg e 90 mmHg. Durante o procedimento, os animais permaneceram sobre colchão térmico para a manutenção da temperatura e receberam solução de Ringer com lactato de sódio na taxa de infusão de 10 mL/kg/h. O paciente foi posicionado em decúbito dorsal e o acesso arterial foi efetuado pela introdução percutânea de um cateter 22G (Cateter 22G x 0,90 x 25 mm)¹ na artéria dorsal pedal. O cateter arterial foi conectado a um sistema tubular rígido e transdutor de pressão², preenchidos com solução heparinizada (5 UI/mL), para a monitoração contínua da PAS, PAM e PAD com uso do monitor GE - Dash 4000³. O transdutor da pressão, cuja calibração foi previamente verificada com manômetro de mercúrio, foi posicionado e zerado à pressão atmosférica na altura do manúbrio. Um manguito de pressão com largura correspondente a 40% da circunferência do membro foi posicionado proximal ao carpo, e conectado ao módulo oscilométrico do monitor GE - Dash 4000 para a mensuração não invasiva da PAS, PAM e PAD.

Após concluída a instrumentação do animal, eram iniciados os registros pareados da PAI (pelo cateter arterial) e PANI (pelo método oscilométrico). Os valores de PAI (PAS, PAM e PAD) eram registrados antes e após a conclusão da mensuração oscilométrica, sendo a média aritmética calculada e comparada com o valor fornecido pelo monitor oscilométrico. Foi registrado o tempo que o monitor oscilométrico levava para efetuar a mensuração. Os dados pareados eram registrados com intervalos de 5 min até que o fornecimento de isoflurano

fosse interrompido ao término do procedimento cirúrgico. Os valores de pressão arterial foram classificados em hipertensão (PAS > 140 mmHg), normotensão (PAS 90 a 140 mmHg) ou hipotensão (PAS < 90 mmHg), baseado nos valores da PAI.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com o uso do software Graphpad Prism versão 6.0 para Windows. Com o objetivo de avaliar a concordância entre os valores de PAS, PAM e PAD mensurados pelo método invasivo e não invasivo (oscilométrico) foi utilizado o método estatístico de Bland Altman, para cálculo do viés (PAI - PANI) e seu desvio padrão, assim como os limites de concordância 95%. De acordo com esse método, valores de viés positivos caracterizam pressão arterial subestimada pelo método oscilométrico enquanto que valores de viés negativos caracterizam PANI superestimada. Adicionalmente, foram calculadas as porcentagens entre as mensurações dos dois métodos com erros de até 10 mmHg e até 20 mmHg. Os resultados foram comparados com os critérios do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) para validação de métodos de monitoração da pressão arterial [1].

RESULTADOS

O peso e idade dos animais (médias \pm desvios-padrão) foram $7,6 \pm 2,2$ kg e 20 ± 17 meses. As raças incluídas foram: sem raça definida (n = 9), Pug (n = 2), Daschund (n = 1), West Highland White Terrier (n = 1), Pinscher (n = 1), Lhasa Apso (n = 1) e Shih-tzu (n = 1). Durante a mensuração da pressão pelo método oscilométrico, o monitor GE-Dash 4000 apresentou 25 erros, entre os 16 pacientes, correspondendo a 11% do total de mensurações, sendo esses descartados da análise estatística do estudo.

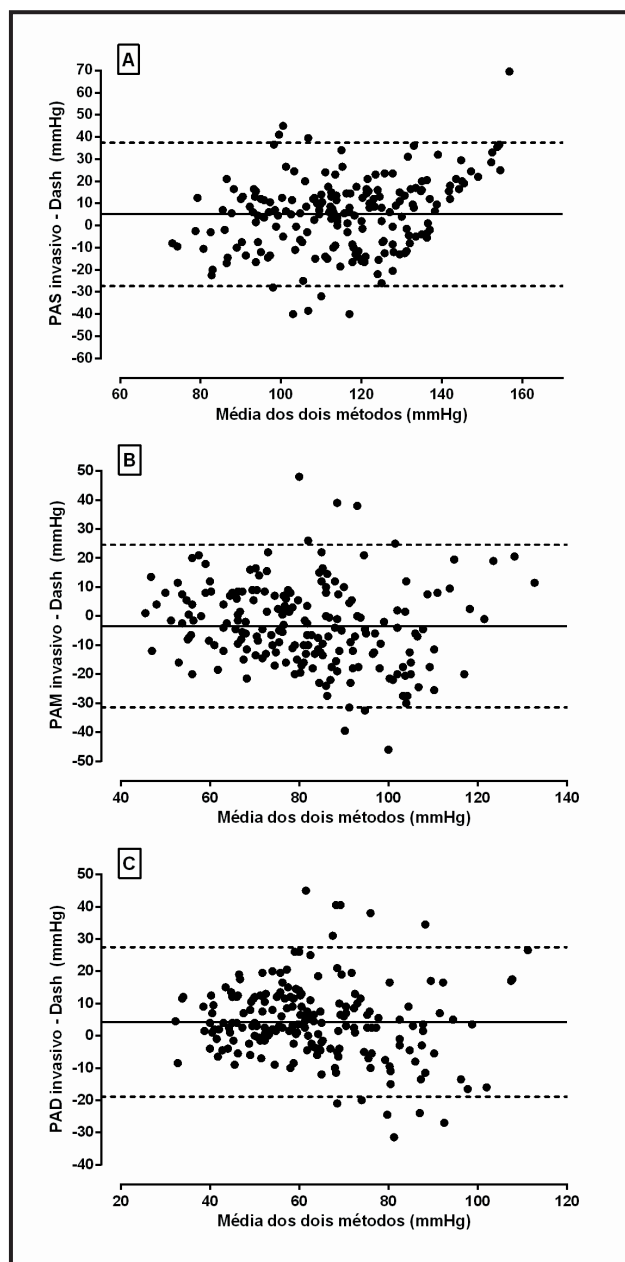


Figura 1. Representação gráfica da análise pelo método Bland Altman. Cada ponto representa um par de mensurações da pressão arterial sistólica (PAS; A), média (PAM; B) e diastólica (PAD; C) pelo método invasivo e pelo monitor oscilométrico Dash 4000. A linha horizontal contínua representa o viés e as linhas pontilhadas representam os limites de concordância no nível de 95% ($1,96 \pm$ desvio padrão).

Tabela 1. Valores do viés, desvio padrão, limites de concordância e porcentagens de mensurações com erros ≤ 10 mmHg e ≤ 20 mmHg em 16 cadelas anestesiadas em comparação com os critérios do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV).

Critérios do CAMIV	CAMIV*	PAS	PAM	PAD
Viés (mmHg)	$\pm 10,0$	5,0	-3,4	4,2
Desvio padrão do viés (mmHg)	$\leq 15,0$	16,5	14,3	11,8
Limites de concordância a 95% (mmHg)	ND	-27,3 a 37,4	-31,4 a 24,6	-18,9 a 27,4
% diferença com erro até 10 mmHg	$\geq 50\%$	41%	54%	64%
% diferença com erro até 20 mmHg	$\geq 80\%$	80%	84%	91%

*Referencia= CAMIV: Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária [1]; ND: não definido.

Foram realizados um total de 195 pares de mensurações nas 16 cadelas. Desses dados, 28 pares foram classificados como hipertensão, 146 pares como normotensão e 21 pares como hipotensão. Baseado nos valores do viés, ocorreu superestimação dos valores de PAM (viés: -3,4 mmHg) enquanto os valores de PAS e PAD foram subestimados pelo método oscilométrico (viés: 5,0 mmHg e 4,2 mmHg, respectivamente). Os valores do viés (\pm DP) e limites de concordância encontram-se na Tabela 1, assim como os valores de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) para a validação de métodos de monitoração não invasivos da pressão arterial. A representação gráfica obtida pela análise de Bland Altman encontra-se na Figura 1. A média (\pm DP) do tempo de mensuração do monitor oscilométrico GE – Dash 4000 foi de 31 ± 8 segundos.

DISCUSSÃO

O monitor oscilométrico GE-Dash 4000, quando comparado com a pressão arterial invasiva, atendeu aos critérios do CAMIV para a PAM e PAD. Os valores obtidos para PAS não atenderam a todos os critérios, não sendo considerada confiável.

O monitor oscilométrico funciona insuflando um manguito que se encontra posicionado ao redor de um membro ou cauda do animal até que o fluxo sanguíneo seja interrompido. Em seguida, o manguito é desinflado de forma lenta e as oscilações de pulso são registradas [8]. O pico dessas oscilações representa a PAM e a partir dessa são calculadas a PAS e PAD por meio de algoritmos próprios do monitor. Avaliando os resultados, é possível observar que a PAM e PAD apresentaram-se coerentes com o método invasivo, cumprindo todos os valores de referência exigidos pelo CAMIV. Sendo assim, é possível que alguma falha do sistema algorítmico do aparelho, responsável por calcular a PAS a partir da PAM tenha provocado valores incoerentes para PAS, apesar da PAM ter atendido os critérios exigidos.

O método oscilométrico está sujeito a erros de mensuração, os quais são mais frequentes em pacientes de pequeno porte, devido à maior dificuldade em detecção de oscilações em vasos de pequeno calibre, assim como quando há hipotensão estabelecida ou condição de vasoconstrição [7]. Qualquer movimento acidental do membro do animal pode gerar artefatos durante o registro da pressão, pelo monitor oscilo-

métrico [4]. No presente estudo, os animais estavam anestesiados e imóveis o que reduz as possibilidades de interferência nas mensurações por movimentação dos pacientes. Por esse motivo, a validação de dispositivos oscilométricos deve ser efetuada em pacientes anestesiados e não anestesiados de forma separada. Dessa forma, a validação de um dispositivo efetuada em pacientes anestesiados não pode ser extrapolada para pacientes acordados. Sendo assim, os resultados do presente estudo não podem se extrapolados para animais conscientes.

Estudos anteriores evidenciaram que a acurácia de um mesmo monitor oscilométrico pode variar dependendo da condição hemodinâmica do paciente [5,10]. Em um estudo, houve redução na acurácia do monitor oscilométrico Petmap em oito cães com hipotensão arterial quando comparados a animais normotensos [10]. Nesse estudo experimental, foi induzida hipotensão arterial através da retirada de 30-45% do volume sanguíneo afim de estabelecer PAM próxima a 40 mmHg. Os autores relataram valores de viés para PAS, PAM e PAD (\pm DP) de $-14,7 \pm 15,5$ mmHg, $-1,3 \pm 12$ mmHg e $-14,1 \pm 15,8$ mmHg para animais normotensos e $-32,2 \pm 22,6$ mmHg, $-24,2 \pm 19,8$ mmHg e $-16,8 \pm 17,2$ mmHg para animais hipotensos, respectivamente [10]. Em outro estudo, a concordância dos valores de PANI mensuradas pelo monitor Cardell Veterinary Monitor 9402 em cães foi melhor em estado de normotensão do que durante a hipertensão induzida pela administração de fenilefrina [5]. No presente estudo, não houve intervenção de forma direta na pressão arterial dos animais com o objetivo de induzir hipotensão ou hipertensão. Todos os animais que apresentaram hipertensão ou hipotensão apresentaram essas condições como ocorrências resultantes do procedimento anestésico e/ou cirúrgico. Como resultado, 75% dos pares de mensuração se encontram em normotensão, 14% em hipertensão e 11% em hipotensão. Como a maior parte das mensurações foi realizada em normotensão não se pode afirmar com exatidão se a boa performance do monitor utilizado no presente estudo de fato ocorre em hipertensão e hipotensão. Seria necessário um número maior de mensurações para melhor determinar a acurácia e precisão do monitor nessas condições.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, a pressão oscilométrica foi aferida no membro torácico esquerdo sendo que o

cateter arterial era introduzido na artéria dorsal pedal em um dos membros pélvicos. Essa diferença de local de mensuração por si pode resultar em valores de pressão arterial distintos. Estudos anteriores realizados em cães revelaram valores de pressão arterial diferentes quando mensurados simultaneamente em artérias localizadas em áreas distintas e as diferenças parecem ser maiores nos valores de PAS [5,6,9]. Segundo, os critérios utilizados para a validação de dispositivos de pressão arterial não invasiva são direcionados para a PAS e não para PAM e PAD [1]. No presente estudo, os mesmos critérios utilizados para a PAS foram usados para a PAM e PAD por que não estão disponíveis informações específicas para a validação da PAM e PAD mensurada por monitores oscilométricos. Finalmente, o presente estudo utilizou apenas cães de baixo peso, não havendo variação no tamanho dos animais. Para avaliar se o tamanho dos pacientes interfere de forma significativa na mensuração da pressão arterial pelo método oscilométrico é necessária à realização de novos estudos com pacientes de diferentes pesos [7].

CONCLUSÃO

Baseado nos critérios para a validação de métodos indiretos de pressão arterial apontados pelo CAMIV, o monitor oscilométrico GE modelo Dash 4000 apresentou boa acurácia e precisão para a mensuração da PAM e PAD em cães de pequeno porte anestesiados normotensos. Outros estudos são necessários para verificar a acurácia do monitor em cães de outras faixas de peso em condições de hipertensão e hipotensão, bem como em cães conscientes.

MANUFACTURERS

¹Nipro Medical Corporation. Sorocaba, SP, Brazil.

²GaBmed Produtos Específicos Ltda. São Paulo, SP, Brazil.

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

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 Brown S., Atkins C., Bagley R., Carr A., Cowgill L., Davidson M., Egner B., Elliot J., Henik R., Labato M., Littman M., Polzin D., Ross L., Snyder P. & Stepien R. 2006. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 21(3): 542-558.
- 2 Brown S.A. & Henik R.A. 1998. Diagnosis and Treatment of Systemic Hypertension. *The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*. 28(6): 1481-1494.
- 3 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.
- 4 Hsiang T., Lien Y. & Huang H. 2008. Indirect measurement of systemic blood pressure in conscious dogs in a clinical setting. *The Journal of Veterinary Medical Science*. 70(5): 449-453.
- 5 Mcmurphy R.M., Stoll M.R. & Mccubrey R. 2006. Accuracy of an oscillometric blood pressure monitor during phenylephrine-induced hypertension in dogs. *American Journal of Veterinary Research*. 67(9): 1541-1545.
- 6 Monteiro E.R., Campagnol D., Bajotto G.C., Simões C.R. & Rassele A.C. 2013. Effects of 8 hemodynamic conditions on direct blood pressure values obtained simultaneously from the carotid, femoral and dorsal pedal arteries in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*. 15(4): 263-270.
- 7 Paddleford R.R. 2001. Monitoração Perioperatória. In: Steve C. Haskins (Ed). *Manual de anestesia em pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Roca, pp.143-169.
- 8 Ramsey M. 1979. Non-invasive automatic determination of mean arterial pressure. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 17(1): 11-18.
- 9 Sawyer D.C., Guikema A.H. & Siegel E.M. 2004. Evaluation of a new oscillometric blood pressure monitor in isoflurane-anesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 31(1): 27-39.
- 10 Shih A., Robertson S., Vigani A., 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.
- 11 Waddell L.S. 2000. Direct blood pressure monitoring. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*. 15(3): 111-118.

