

# Comparação entre a Dopplermetria e o fluxo livre da artéria torácica interna de cães com e sem o uso de noradrenalina

*Comparison between the Doppler flowmetry and the free flow of dog's internal thoracic artery with and without use norepinephrine*

Alessandro Bordinhão<sup>1</sup>

DOI: 10.5935/1678-9741.20130032

RBCCV 44205-1461

## Resumo

**Objetivo:** Este trabalho objetiva estudar comparativamente o fluxo livre e a dopplerfluxometria da artéria torácica interna de cães anestesiados com e sem a administração de noradrenalina endovenosa contínua.

**Métodos:** A amostra foi constituída de 10 cães mestiços, nos quais foram dissecadas as artérias torácicas internas direita e esquerda e avaliado seu fluxo; primeiramente, pela dopplerfluxometria e depois pelo fluxo livre. Foram registrados a pressão arterial média e o diâmetro das artérias no início do procedimento. As verificações do fluxo pelos dois métodos ocorreram em três tempos: tempo zero, 10 e 25 minutos. Após a primeira verificação no tempo zero, iniciou-se a infusão contínua de noradrenalina no átrio direito; as avaliações aos 10 e 25 minutos foram feitas da mesma forma que na primeira vez, nas mesmas artérias e pelos dois métodos, anotando-se os resultados, assim como a pressão arterial média correspondente.

**Resultados:** Os resultados da verificação de fluxo, entre Dopplermetria e fluxo livre, apresentaram-se similares; sendo os primeiros, nos tempos zero, 10 e 25 minutos, respectivamente, 183, 237 e 230,1 ml/min, comparados aos segundos, 168,6, 226,8 e 226,4 ml/min ( $P=0,285$ ). A média das pressões arteriais dos

três tempos e o diâmetro médio das artérias não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos, portanto, não influenciaram na comparação dos resultados.

**Conclusão:** As avaliações, tanto da dopplerfluxometria quanto do fluxo livre, foram semelhantes nos três tempos verificados.

**Descritores:** Artéria torácica interna. Ultrassonografia Doppler. Fluxo contínuo. Norepinefrina. Cães.

## Abstract

**Objective:** This work aims to study comparatively the free flow and the Doppler flowmetry of the internal thoracic artery in anesthetized dogs, with and without continuous intravenous administration of norepinephrine.

**Methods:** The sample was made up of ten mongrel dogs, which dissected the left and right internal thoracic arteries and evaluated your stream; first, by Doppler flowmetry and then by free flow. The mean arterial pressure and the diameter of the arteries at the beginning of the procedure were registered. The workflow checks by two methods occurred in three times:

1. Mestrado em princípios da cirurgia/Hospital Universitário Evangélico de Curitiba; Título de Especialista da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular; cirurgião cardiovascular na Santa Casa de Presidente Prudente, Curitiba, PR, Brasil.

Endereço para correspondência:  
Alessandro Bordinhão  
Al. Augusto Stelfeld, 1908 – Bigorilho – Curitiba, PR, Brasil  
– CEP: 80730-150.  
E-mail: alessandrobordinhao@uol.com.br

| Abreviaturas, acrônimos e símbolos |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| ATI                                | Artéria torácica interna |

time zero, 10 and 25 minutes. After the first check in time zero, the continuous infusion of norepinephrine in the right atrium; other checks were made in the same way that the first time, to 10 and 25 minutes, in the same arteries and by two methods, each one in his artery, noting the results, as well as the corresponding average blood pressure.

**Results:** The results of the scan of the stream, between Doppler flowmetry and free flow, there were similar; being

the first, zero times, ten and twenty-five minutes, respectively, 183, 230.1 and 237 ml/min compared to seconds, 168.6, 226.8 and 226.4 ml/min ( $P = 0.285$ ). The mean arterial pressures of three times and the average diameter of the arteries, showed no statistically significant differences between the methods, so did not influence on the comparison of the results.

**Conclusion:** The evaluations, both from Doppler flowmetry and free flow, were similar in three times checked.

**Descriptors:** Mammary arteries. Ultrasonography, Doppler. Continuous flow. Norepinephrine. Dogs.

## INTRODUÇÃO

A artéria torácica interna (ATI) é utilizada na cirurgia de revascularização do miocárdio, como enxerto, na anastomose com a artéria coronária, pela sua longa patência e adequada perfusão. Comparada ao enxerto de veia safena magna, a artéria permanece desobstruída em 85% dos pacientes, 10 anos após a cirurgia, enquanto com a veia, isso ocorre, em média, em 60% dos casos [1,2]. A dissecação da ATI é simples na maior parte dos casos. Em decorrência dessas características, a ATI é a artéria de primeira escolha para a revascularização da artéria descendente anterior, a de maior importância na trama vascular cardíaca [3].

Devido à importância evidente da ATI na revascularização do miocárdio, deve-se avaliar corretamente a sua perviabilidade, principalmente após a dissecação, para evitar oclusão precoce, avaliando seu fluxo. Uma ATI com baixo fluxo pode ser utilizada como enxerto livre.

A avaliação do fluxo livre de sangue da ATI consiste em incisar a mesma e verificá-lo num recipiente em determinado tempo. Essa averiguação foi comparada à mensuração pelo Doppler transtorácico da mesma artéria, em um estudo realizado por Canver et al. [4], em 1991, que demonstrou correlação adequada entre os métodos.

Alguns estudos utilizaram o método de verificação do fluxo livre para avaliação da ATI. Wendler et al. [5], em 1999, avaliaram comparativamente o fluxo da ATI dissecada com o pedículo e a esqueletizada, comparando-as pelo fluxo livre. A maior parte dos estudos realizados com ATI visa acompanhar sua perviabilidade durante os anos e poucos trabalhos têm o objetivo de avaliar o seu fluxo no intraoperatório, como o presente artigo, sendo esta a sua relevância.

Estudo experimental em cães, realizado por Sasajima et al. [6], demonstrou a correlação histopatológica da ATI de cães com a de humanos. Tada et al. [7] analisaram o fluxo da ATI de

cães, por meio de Dopplermetria, sob o efeito de substâncias inotrópicas e vasoativas e Suematsu et al. [8] defenderam a Dopplermetria epicárdica como um bom método para avaliação da ATI na revascularização do miocárdio, em cães.

Este trabalho objetiva estudar comparativamente o fluxo livre e a dopplerfluxometria da ATI de cães anestesiados, com e sem administração de noradrenalina endovenosa contínua.

## MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Cirurgia Experimental do Instituto de Pesquisas Médicas, do Programa de Pós-Graduação em Princípios da Cirurgia da Faculdade Evangélica do Paraná. O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética de pesquisa da Faculdade Evangélica do Paraná (n° 4586/01), consoante à Declaração de Helsinki.

Foram seguidos os princípios de ética na experimentação animal, preconizados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal, especificamente para cães, segundo o *National Research Council* [9].

### Animal de experimentação

A amostra constituiu-se de 10 cães mestiços (*Canis familiaris*), com peso corpóreo variando de 15 kg a 25 kg, provenientes do canil da Prefeitura Municipal de Curitiba. O tamanho da amostra foi suficiente para ser avaliado estatisticamente.

### Pré-operatório

Os animais receberam dieta com ração própria para a espécie (Nuvita®, para cães adultos) e tiveram livre acesso à água. Os cães foram mantidos em observação por 15 dias, submetidos à vacinação e ao tratamento de parasitas. Foram pesados e mantidos em jejum por 12 horas, antes do procedimento cirúrgico.

### Técnica anestésica

O animal foi conduzido à sala de cirurgia onde a veia cefálica foi puncionada com escalpe Venofix<sup>®</sup> n° 21, que estava conectado a uma bolsa de 500 ml de solução fisiológica a 0,9% (B. Braun S/A) em gotejamento até o final do procedimento.

A indução anestésica foi realizada com o hipnótico tiopental sódico (Tionembutal<sup>®</sup>, Abbott Laboratório Brasil Ltda.), por via endovenosa lenta, na dose de 5 mg/kg. A solução foi obtida após diluição de 1 g de liofilizado de tiopental sódico em 1 ml de solução fisiológica a 0,9%, obtendo-se 25 mg/ml de anestésico.

O animal foi considerado anestesiado quando o mesmo estivesse inconsciente, cessando os movimentos involuntários e sem reação ao manuseio cirúrgico. Foi realizada entubação orotraqueal, por laringoscopia direta, com cânula de 7,5 mm de diâmetro, provida de balão de pneumotamponamento (sonda de Runch).

O animal foi mantido em ventilação controlada por um respirador (Takaoka<sup>®</sup>, modelo 671), utilizando anestesia inalatória com halotano (Halothano<sup>®</sup>, Cristália) em vaporização contínua.

### Técnica cirúrgica

1. O animal foi colocado em decúbito dorsal e os membros craniais e caudais fixados.

2. Foi realizada secção dos pelos da região torácica ventral, rente à pele, com lâmina de barbear.

3. Na antisepsia da região cirúrgica foi utilizada solução degermante de polivinilpirrolidona-iodo (Povedine Degermante<sup>®</sup>, Darrow) e, após, solução tintura de polivinilpirrolidona-iodo (Povedine Tintura<sup>®</sup>, Darrow).

4. Os campos cirúrgicos estéreis foram posicionados, delimitando-se a região a ser incisada.

5. Foi realizada incisão torácica mediana, da incisura jugular até abaixo do processo xifoide, com bisturi elétrico (Wem<sup>®</sup>, modelo BC-160), aprofundada até o esterno, realizando-se a hemostasia.

6. O esterno foi serrado na linha média, com uma serra de Gigler, e a hemostasia realizada com cera para osso (2,5 g, Poly Suture) e dos vasos sangrantes infraesternais com fio de algodão 4.0 USP (Algofil<sup>®</sup>, Cirumédica).

7. A ATI direita e a ATI esquerda foram dissecadas de forma esquelizada, iniciando-se pela sua origem na artéria subclávia e prosseguindo-se até próximo ao processo xifoide [5], ligando seus ramos com fios de algodão 3-0 USP (Algofil<sup>®</sup>, Cirumédica). Após a dissecação da ATI, foram injetados 300 mg de cloridrato de papaverina na parede da artéria, com intuito de evitar espasmos desta.

8. O pericárdio foi incisado longitudinalmente, em toda sua extensão anterior, sendo fixado ao tecido celular subcutâneo com três fios de algodão 2.0 USP (Algofil<sup>®</sup>, Cirumédica), elevando-se e expondo-se o coração.

9. Foi realizada sutura em bolsa de tabaco com fios de

poliéster trançados (Ethibond 2.0) na aorta e no átrio direito.

10. Um cateter de monolúmen foi inserido na bolsa da aorta e conectado a um relógio de esfignomanômetro, servindo como um sistema de verificação de pressão arterial.

11. Uma sonda nasogástrica n° 8 foi introduzida na bolsa do átrio, conectada a um equipo de soro com bomba de infusão (Nutrimat II<sup>®</sup>, B. Braun) e um frasco com solução glicosada de noradrenalina padrão, composta de 4 mg de noradrenalina diluída em 250 ml de soro glicosado a 5% (16 µg/ml) [10]. Não se iniciando a infusão ainda.

12. Foi injetada heparina por via endovenosa (400 UI/kg) no cão, com a finalidade de anticoagulação. A dose de heparina injetada foi diretamente correlacionada ao peso ( $P=0,00001$ ) (Tabela 1).

13. A verificação pelo método Doppler (realizado por uma médica cardiologista com subespecialização em ecocardiografia e doppler) foi iniciada colocando-se o transdutor sobre uma das ATIs. Foi adotada como tempo zero a primeira verificação (Vd0), avaliando-se o diâmetro (Tabela 1) e a velocidade do fluxo sanguíneo arterial, sendo a seguir calculado o volume arterial por minuto. A pressão arterial (Pd0) foi aferida no sistema de esfignomanômetro conectado à aorta.

14. AATI contralateral tem o seu diâmetro observado (Tabela 1) pelo Doppler e, em seguida, incisada transversalmente sua extremidade distal. A artéria dissecada foi afastada de seu leito e sua extremidade caudal pinçada com pinça tipo Bulldog.

15. A artéria pinçada foi deslocada sobre um recipiente, e a pinça liberada em seguida. O sangramento foi avaliado por 15 segundos. O volume de sangue correspondente foi multiplicado por quatro, definindo-se o fluxo de 1 minuto, anotou-se a pressão arterial média do início da verificação (P0). O sangue coletado foi injetado com uma seringa de 20 ml pelo acesso venoso do cão.

16. A infusão contínua da solução de noradrenalina foi iniciada em fluxo constante de 0,3 µg/kg por minuto, sendo calculado, para cada cão, conforme o peso, em mililitros por hora (Tabela 1), dose padrão [10].

17. Após dez minutos de infusão contínua de noradrenalina, foram avaliadas as medidas pelo Doppler (Vd10) e pelo fluxo livre (V10), nas mesmas artérias e da mesma forma que no tempo zero, verificando-se as pressões arteriais médias correspondentes a cada método (Pd10 e P10).

18. Após 25 minutos de infusão de noradrenalina, foram tomadas novas medidas das artérias, pelo Doppler (Vd25) e depois pelo fluxo livre (V25), assim como foi verificada a pressão arterial em cada um dos dois momentos, no Doppler (Pd25) e no fluxo livre (P25).

19. Todas as medidas foram anotadas (Tabelas 2 e 3).

20. Inicialmente, um grupo piloto de quatro cães foi submetido ao experimento acima, conforme descrito, para aperfeiçoamento técnico e teste dos aparelhos utilizados.

21. A ATI foi avaliada por um e depois pelo outro método, sendo alternada de um cão para o próximo.

Tabela 1. O peso dos cães, o volume de heparina realizado em cada animal, o volume de noradrenalina realizado por hora e o diâmetro das artérias torácicas internas no tempo zero.

|        | Peso    | Volume de heparina | Volume de noradrenalina | Diâmetro inicial ATLe | Diâmetro inicial ATId |
|--------|---------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cão 1  | 23 kg   | 1,9 ml             | 26 ml/h                 | 3,4 mm                | 3,1 mm                |
| Cão 2  | 18 kg   | 1,5 ml             | 20 ml/h                 | 2,4 mm                | 2,3 mm                |
| Cão 3  | 24 kg   | 1,9 ml             | 27 ml/h                 | 4,2 mm                | 4,0 mm                |
| Cão 4  | 22 kg   | 1,8 ml             | 25 ml/h                 | 4,2 mm                | 4,1 mm                |
| Cão 5  | 25 kg   | 2,0 ml             | 28 ml/h                 | 3,2 mm                | 3,1 mm                |
| Cão 6  | 24 kg   | 1,9 ml             | 27 ml/h                 | 3,4 mm                | 3,6 mm                |
| Cão 7  | 17 kg   | 1,4 ml             | 19 ml/h                 | 5,2 mm                | 4,6 mm                |
| Cão 8  | 18 kg   | 1,5 ml             | 20 ml/h                 | 2,6 mm                | 2,8 mm                |
| Cão 9  | 19,5 kg | 1,6 ml             | 22 ml/h                 | 4,1 mm                | 3,9 mm                |
| Cão 10 | 17,5 kg | 1,4 ml             | 20 ml/h                 | 2,6 mm                | 2,5 mm                |

ATLe = artéria torácica interna esquerda. ATId = artéria torácica interna direita

Tabela 2. Resultado das pressões arteriais mensuradas pelo método Doppler (Pd0, Pd10, Pd25) e pelo método fluxo livre (P0, P10, P25).

|        | Pd0 | Pd10 | Pd25 | P0  | P10 | P25 |
|--------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Cão 1  | 70  | 85   | 90   | 70  | 80  | 90  |
| Cão 2  | 80  | 110  | 120  | 80  | 120 | 125 |
| Cão 3  | 100 | 120  | 120  | 100 | 120 | 120 |
| Cão 4  | 100 | 140  | 130  | 100 | 140 | 130 |
| Cão 5  | 70  | 90   | 80   | 70  | 90  | 80  |
| Cão 6  | 100 | 110  | 120  | 100 | 110 | 110 |
| Cão 7  | 100 | 120  | 130  | 90  | 120 | 120 |
| Cão 8  | 80  | 100  | 100  | 80  | 110 | 120 |
| Cão 9  | 90  | 120  | 110  | 80  | 120 | 110 |
| Cão 10 | 90  | 130  | 120  | 90  | 130 | 130 |

Nota: A unidade de medida usada para pressão foi milímetros de mercúrio

### Eutanásia

Concluídas as avaliações, o animal foi sacrificado com 40 ml de cloreto de potássio a 19,1%, administrados via endovenosa.

### O Dopplerfluxometro utilizado

O Doppler utilizado para realizar as medidas foi o AU 3 Partner e a artéria foi analisada por um transdutor linear 5-10 MHz, sendo o volume de fluxo calculado da multiplicação do diâmetro pela velocidade média do fluxo sanguíneo.

### Variáveis analisadas

As variáveis foram avaliadas em três tempos; tempo zero, correspondendo ao início do experimento e em dois outros tempos, de 10 e 25 minutos (Tabelas 2 e 3):

1. As variáveis da avaliação pelo Doppler foram: Vd0,

Tabela 3. Resultados das variáveis de fluxo da Dopplermetria (Vd0, Vd10 e Vd25) e do fluxo livre (V0, V10 e V25).

|        | Vd0 | Vd10 | Vd25 | V0  | V10 | V25 |
|--------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| Cão 1  | 146 | 198  | 198  | 132 | 240 | 248 |
| Cão 2  | 126 | 160  | 143  | 136 | 160 | 144 |
| Cão 3  | 285 | 357  | 376  | 240 | 280 | 320 |
| Cão 4  | 287 | 321  | 338  | 280 | 320 | 320 |
| Cão 5  | 102 | 166  | 156  | 130 | 168 | 160 |
| Cão 6  | 172 | 232  | 220  | 132 | 180 | 168 |
| Cão 7  | 264 | 280  | 280  | 236 | 260 | 272 |
| Cão 8  | 124 | 143  | 156  | 120 | 160 | 180 |
| Cão 9  | 200 | 330  | 268  | 200 | 320 | 280 |
| Cão 10 | 126 | 188  | 166  | 120 | 180 | 172 |

Nota: A unidade de medida usada para volume foi mililitros por minuto

Vd10 e Vd25, sendo que as pressões arteriais médias correspondentes a cada verificação foram; Pd0, Pd10 e Pd25.

2. As variáveis do fluxo livre foram: V0, V10 e V25 e as pressões arteriais médias correspondentes a cada verificação foram, respectivamente, P0, P10 e P25.

### Análise estatística

A análise dos resultados foi feita pelo teste não-paramétrico de Friedman e de Kruskal-Wallis. Na comparação dos resultados foi adotada a hipótese nula de que os resultados do fluxo medido pelos dois métodos seriam iguais *versus* a hipótese alternativa, em que os resultados seriam diferentes. Em todos os testes, considerou-se o nível de significância de 5%. Também foi analisada, pelos mesmos testes, a variação do diâmetro das ATIs e da pressão arterial, como fatores capazes de influenciar no resultado do fluxo entre os dois métodos.

Sendo a hipótese nula com  $P < 0,05$ , que eles seriam diferentes nos dois grupos.

## RESULTADOS

Os experimentos transcorreram sem intercorrências. A ATI foi de fácil dissecação nos animais, apresentando um bom calibre e um bom fluxo. A média do diâmetro das ATIs verificadas pelo Doppler foi 3,54 mm e pelo fluxo livre, de 3,39 mm.

Não foi identificada diferença significativa entre os diâmetros de ATI nos dois métodos, Doppler e fluxo livre ( $P = 0,705$ ).

O diâmetro mínimo arterial mensurado pelo método Doppler foi de 2,3 mm e do fluxo livre de 2,4 mm, enquanto que o diâmetro máximo do primeiro foi de 5,2 mm e do segundo, 4,6 mm. Houve desvio padrão de 0,89 para o Doppler, enquanto que para o fluxo livre fora de 0,76. O erro padrão foi de 0,28 para o primeiro e 0,24 para o segundo método.

Os valores encontrados para pressão arterial média mensurada pelo método Doppler correspondem a Pd0, Pd10 e Pd25 e, no fluxo livre, a P0, P10 e P25 (Tabela 2).

A média da pressão arterial no método Dopplermetria no tempo zero foi  $88 \pm 12,29$  mmHg, sendo a mínima de 70 mmHg e a máxima de 100 mmHg, enquanto que no método fluxo livre, no mesmo tempo, a média foi  $86 \pm 11,74$  mmHg, sendo a mínima de 70 mmHg e a máxima de 100 mmHg.

A média da pressão arterial pelo método Doppler foi  $112,5 \pm 17,20$  mmHg, no tempo de 10 minutos, a mínima de 85 mmHg e a máxima de 122,5 mmHg e, no fluxo livre, foi  $114 \pm 17,76$  mmHg, sendo a mínima de 80 mmHg e a máxima de 140 mmHg. No tempo 25 minutos, a média da pressão arterial no método Dopplermetria foi  $112 \pm 16,87$  mmHg, a mínima de 80 mmHg e a máxima de 122,5 mmHg e, no fluxo livre, foi  $113,5 \pm 16,67$  mmHg, a mínima de 80 mmHg e a máxima de 130 mmHg.

As pressões arteriais mensuradas pelo método dopplerfluxometria e no fluxo livre foram comparadas, sendo realizada análise de variância não-paramétrica (Friedman). Não houve diferença significativa, ou seja, as pressões em ambos os métodos, nos três tempos analisados, foram semelhantes para cada um dos tempos ( $P = 0,309$ ).

Os valores encontrados para o fluxo arterial, nas variáveis do Doppler, correspondem a Vd0, Vd10 e Vd25 e, para o fluxo livre, V0, V10 e V25, e podem ser verificados na Tabela 3.

A média do fluxo arterial, no método Dopplermetria no tempo zero foi,  $183 \pm 71,6$  ml/min, com mínima de 102 ml/min e a máxima de 287 ml/min, enquanto que, no método fluxo livre, no mesmo tempo, a média foi  $168,6 \pm 59,7$  ml/min, com mínima de 120 ml/min, e a máxima de 280 ml/min.

A média do fluxo arterial na Dopplermetria foi  $237,5 \pm 78,7$  ml/min, no tempo 10 minutos, com mínima de 143 ml/min e a máxima de 357 ml/min e, no fluxo livre, foi  $226,8 \pm$

$65,2$  ml/min, com mínima de 160 ml/min e a máxima de 320 ml/min. No tempo 25 minutos, a média do fluxo arterial, no método Dopplermetria, foi  $230,1 \pm 82,1$  ml/min, com mínima de 143 ml/min e a máxima de 376 ml/min e, no fluxo livre, foi  $226,4 \pm 68,8$  ml/min, com mínima de 144 ml/min e a máxima de 320 ml/min.

O resultado revelou que não houve diferença significativa no fluxo arterial entre os métodos Dopplermetria e fluxo livre, nos três tempos analisados ( $P = 0,285$ ). A análise de regressão demonstra que a pressão arterial é o fator determinante para a variação do fluxo ( $P = < 0,00001^*$ ). Pelo  $R^2$  ajustado, aproximadamente 30% da variação do fluxo são decorrentes da variação da pressão.

## DISCUSSÃO

A importância deste experimento evidencia-se por demonstrar resultados similares entre o método padrão Dopplermetria e o método fluxo livre, igualando-os na prática clínica diária e deixando o método fluxo livre como uma opção na utilização em estudos, por exemplo, para avaliação do efeito de drogas no fluxo sanguíneo, ou para testar métodos de dissecação de ATI [11] e outros. O fluxo livre é útil, ainda, na avaliação diária da ATI dissecada nas cirurgias de revascularização miocárdica.

O animal escolhido foi o cão adulto, por apresentar ATI de bom calibre e bom fluxo [12]. A artéria do cão apresenta semelhança histopatológica com a de humano, conforme demonstrado por Sasajima et al. [6]. Todos os trabalhos experimentais pesquisados utilizaram o cão para a avaliação de fluxo da ATI [6,7,12,13].

A noradrenalina foi utilizada com o intuito de comparar os dois métodos, em diferentes pressões arteriais e, conseqüentemente, distintas velocidades de fluxo arterial, fornecendo, portanto, outros dados para a comparação entre Dopplermetria e fluxo livre [14].

É importante salientar que a droga foi utilizada em volume precisamente constante, por meio de uma bomba de infusão, não demonstrando oscilações significativas da pressão arterial, durante a análise dos dois tipos de verificação. Utilizou-se o anestésico inalatório halotano, por ser administrado de forma e com quantidade contínua. A anestesia por via inalatória contínua é a que menos provoca oscilações da pressão arterial [15]. Nos estudos pesquisados, a manutenção anestésica, durante a cirurgia, foi realizada da mesma forma que neste trabalho experimental [6,7,12,13].

Os fatores capazes de influenciar no resultado do fluxo arterial entre os métodos são:

1. A diferença de diâmetro entre as artérias nos dois métodos. O experimento evidenciou a semelhança entre os diâmetros das artérias verificadas na Dopplermetria e no fluxo livre, sendo estatisticamente significativa ( $P = 0,705$ ).

2. A diferença entre as pressões arteriais, durante as

verificações da Dopplermetria e do fluxo livre. O experimento evidenciou a semelhança entre as pressões arteriais médias, verificadas no início das mensurações pela Dopplermetria e pelo fluxo livre, sendo estatisticamente significativa ( $P=0,309$ ).

3. A diminuição do fluxo arterial pela perda de sangue durante a verificação do fluxo livre. Seria importante se a medida realizada em 1 minuto fosse corrigida, realizando-se a medida em 15 segundos; a perda sanguínea foi menor, sendo depois injetada no animal.

Há poucos trabalhos na literatura comparando os dois métodos. Canver et al. [4] utilizaram separadamente os dois tipos de verificação de fluxo da artéria torácica interna, a Dopplermetria no pré-operatório e o fluxo livre no intraoperatório, demonstrando a correlação dos dois, com um “ $P$ ” estatisticamente significativo, assim como neste trabalho. No estudo de Cagli et al. [16], realizado em humanos, houve comparação entre o fluxo livre no intraoperatório com a Dopplermetria no pré e pós-operatório, verificando-se menor fluxo no primeiro método. No entanto, há um viés importante nesse estudo, por comparar um método em que o paciente está anestesiado (fluxo livre), cuja pressão arterial é diferente de um paciente não anestesiado (Dopplermetria), demonstrando obviamente um fluxo menor no primeiro, além de outros problemas, como a manipulação da dissecação estar presente em somente um método (fluxo livre).

Autores como Tada et al. [7] utilizaram o fluxo livre para avaliar a ação de substâncias inotrópicas sobre o fluxo arterial, enquanto Choi & Lee [17] e Wendler et al. [5] utilizaram o fluxo livre para comparar o fluxo da ATI dissecada com e sem o pedículo, demonstrando ambos confiança nesse método. Hata et al. [18] demonstraram que a ATI, mesmo com fluxo abaixo de 20 ml/min, pode ser utilizada na revascularização do miocárdio, aumentando o fluxo na artéria coronária com obstrução importante, semelhante à ATI de fluxo maior.

A verificação do fluxo pelo Doppler pode identificar fatores de oclusão precoce do enxerto arterial ou venoso na artéria coronariana, como o fluxo baixo no leito coronariano após a anastomose. É um método mais abrangente que o fluxo livre. Van der Meulen et al. [19] utilizaram o Doppler intraoperatório para verificar a velocidade de fluxo sanguíneo de seis enxertos de artéria torácica interna, antes e depois de anastomosada à artéria coronária descendente anterior. Suematsu et al. [8] utilizaram a Dopplermetria em comparação à avaliação histológica em cães e, depois, em comparação à angiografia, em humanos, na avaliação do fluxo de anastomoses de enxertos às artérias coronárias, demonstrando boa correlação entre os métodos ( $P<0,001$ ) [8]. O Doppler seria um excelente método de avaliação da ATI in situ e após anastomose do enxerto, na revascularização do miocárdio [20,21].

A medida fluxo livre é utilizada atualmente em menor escala que o Doppler e a angiografia, mas em diferentes trabalhos continua sendo um método eficiente [22,23]. Sua aplicabilidade fácil e simples, sem necessidade de um aparelho

ou um especialista na área, pode ampliar o número de pesquisas com avaliação de fluxo sanguíneo, sendo útil principalmente em países com déficits de recursos financeiro para a pesquisa, como é o caso do Brasil.

## CONCLUSÃO

A avaliação comparativa entre o fluxo livre e a dopplerfluxometria da ATI de cães anestesiados, sem e com a administração de noradrenalina, apresenta resultados sem diferença estatisticamente significativa.

## REFERÊNCIAS

1. Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts: effects on survival over 15-year period. *N Engl J Med*. 1996;334(4):216-9.
2. Cameron AA, Green GE, Brogno DA, Thornton J. Internal thoracic artery grafts: 20-years clinical follow-up. *J Am Coll Cardiol*. 1995;25(1):188-92.
3. Barner HB. The internal mammary artery as a free graft. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1973;66(2):219-21.
4. Canver CC, Ricotta JJ, Bhayana JN, Fiedler RC, Mentzer RM Jr. Use of duplex imaging to assess suitability of the internal mammary artery for coronary artery surgery. *J Vasc Surg*. 1991;13(2):294-300.
5. Wendler O, Tscholl D, Huang Q, Schäfers HJ. Free flow capacity of skeletonized versus pedicled internal thoracic artery grafts in coronary artery bypass grafts. *Eur J Cardiothoracic Surg*. 1999;15(3):247-50.
6. Sasajima T, Bhattacharya V, Wu MH, Shi Q, Havashida N, Sauvage LR. Morphology and histology of human and canine internal thoracic arteries. *Ann Thorac Surg*. 1999;68(1):143-8.
7. Tada Y, Tsuboi H, Suzuki K, Katoh T, Zempo N, Fujimura Y, et al. The response of blood flow between the internal thoracic and ileocecal arteries to inotropic agents in a canine model. *Surg Today*. 1998;28(1):70-5.
8. Suematsu Y, Takamoto S, Ohtsukat T. Intraoperative echocardiographic imaging of coronary arteries and graft anastomoses during coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;122(6):1147-54.

9. National Research Council. Commission on Life Sciences. Institute of Laboratory Animal Resources. Committee on Dogs. Dogs: laboratory; 1996.
10. Mosby's Drug Consult. Norepinephrine bitartrate, drug resume. St Louis: Mosby; 2002.
11. Mannacio V, Di Tommaso L, De Amicis V, Stassano P, Vosa C. Randomized flow capacity comparison of skeletonized and pedicled left internal mammary artery. *Ann Thorac Surg.* 2011;91(1):24-30.
12. Lee CN, Orzulak TA, Schaff HV, Kaye MP. Flow capacity of the canine internal mammary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1986;91(3):405-10.
13. Gitter R, Anderson JM Jr, Jett GK. Influence of milrinone and norepinephrine on blood flow in canine internal mammary artery grafts. *Ann Thorac Surg.* 1996;61(5):1367-71.
14. Shimizu T, Hirayama T, Suesada H, Ikeda K, Ito S, Ishimaru S. Effect of flow competition on internal thoracic artery graft: postoperative velocimetric and angiographic study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;120(3):459-65.
15. Massone F. Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999. p.225.
16. Cagli K, Emir M, Kunt A, Ergun K, Muharrem T, Murat T. Evaluation of flow characteristics of the left internal thoracic artery graft: perioperative color Doppler ultrasonography versus intraoperative free-bleeding technique. *Tex Heart Inst J.* 2004;31(4):376-81.
17. Choi JB, Lee SY. Skeletonized and pedicled internal thoracic artery grafts: effects on free flow during bypass. *Ann Thorac Surg.* 1996;61(3):909-13.
18. Hata M, Shiono M, Orime Y, Hata H, Yagi S, Yamamoto T, et al. Should use of the internal thoracic artery be avoided under conditions of low free flow? Postoperative hemodynamic assessment using pulsed Doppler echocardiography. *Jpn Circ J.* 1999;63(7):533-6.
19. Van der Meulen J, van Son JA, van Asten WN, Skotnicki SH, Lacquet LK. Intraoperative Doppler spectrum analysis of blood flow in the internal mammary artery used for myocardial revascularization. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;39(5):281-3.
20. Louagie YA, Haxhe JP, Jamart J, Buche M, Schoevaerdt JC. Intraoperative assessment of coronary artery bypass grafts using a pulsed Doppler flowmeter. *Ann Thorac Surg.* 1994;58(3):742-9.
21. Forte AJV, Lobo Filho JG, Leitão MCA. Padrão ecocardiográfico do fluxo da artéria torácica interna esquerda após revascularização do miocárdio com enxerto composto. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(5):e163-4.
22. Une D, Shimizu S, Kamiya A, Kawada T, Shishido T, Sugimachi M. Both skeletonized and pedicled internal thoracic arteries supply adequate graft flow after coronary artery bypass grafting even during intense sympathoexcitation. *J Physiol Sci.* 2010;60(6):407-13.
23. Ozkara C, Dogan OF, Furat C. Effect of topical vasodilator on internal thoracic artery blood flow. A placebo-controlled clinical study. *World J Cardiovasc Dis.* 2012;2:204-7.