

## FLUXOMETRIA ECO-POWER-DOPPLER DA ARTÉRIA OFTÁLMICA EXTERNA EM GATOS (*Felis catus* LINNAEUS, 1758)

Gentil Ferreira Gonçalves  
Ney Luis Pippi  
Marshal Costa Leme  
Amauri Pereira Custódio  
Lester Fachin  
Elisângela Lago  
Aristeu Vieira da Silva  
José Ricardo Pachaly

GONÇALVES<sup>1</sup>, G.F.; PIPPI<sup>2</sup>, N.L.; LEME<sup>3</sup>, M.C.; CUSTÓDIO<sup>4</sup>, A.P.; FACHIN<sup>5</sup>, L.; LAGO<sup>5</sup>, E.; SILVA<sup>6</sup>, A.V.; PACHALY<sup>6</sup>, J.R. Fluxometria eco-power-doppler da artéria oftálmica externa em gatos (*Felis catus* Linnaeus, 1758). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(2): p. 117-124, 2005.

**RESUMO:** Os avanços tecnológicos dos meios diagnósticos beneficiam a Medicina Veterinária. Para que novas tecnologias sejam utilizadas, são necessárias informações sobre os padrões normais para cada tipo de exame, o que possibilita sua utilização na rotina e destinação, adequadamente, a cada paciente. A fluxometria ultra-sonográfica está começando a ser utilizada em Medicina Veterinária com finalidades e propósitos diversos. Para destiná-la a um fim específico, o presente trabalho teve por objetivo verificar a fluxometria ultra-sonográfica da artéria oftálmica externa em gatos. Para tanto, foram utilizados 20 gatos sem raça definida, 12 machos e 8 fêmeas, com massa corporal entre 2,0 e 4,0 kg, hípidos, provenientes da Sociedade de Amparo aos Animais de Umuarama – PR. Os animais foram anestesiados pela associação de tiletamina e zolazepam, administrada por via intramuscular, na dose de 6,0 mg/kg. A fluxometria da artéria oftálmica externa foi obtida por meio do equipamento de ultra-sonografia Toshiba Powervision ATL-HDI 3500, dotado de “eco-doppler”, com transdutor setorial de 6,0 MHz, aplicado diretamente sobre a córnea. Cada olho teve o fluxo de sua artéria aferido pelo programa do próprio aparelho, sendo tomadas três amostras. O índice de resistência vascular foi calculado com base nos valores do fluxo sistólico e diastólico médio de cada vaso. Os valores foram tabulados e teste t de *Student* foi aplicado para verificação de diferenças entre as médias. No olho direito, obteve-se velocidade de fluxo de  $41,3 \pm 14,28$  cm/seg para a artéria oftálmica externa, em sístole, e  $23,95 \pm 11,46$  cm/seg, em diástole. No olho esquerdo,  $42,75 \pm 12,64$  cm/seg, em sístole, e  $25,45 \pm 9,61$  cm/seg, em diástole. Não houve diferença significativa entre os olhos. O índice de resistência vascular calculado foi de 0,4175 para a artéria oftálmica externa, no olho direito, e 0,4015 no olho esquerdo, sem diferença significativa entre os olhos. Os resultados apontam para um mecanismo intrínseco de controle do fluxo, controlado por fatores locais na artéria oftálmica externa, e os valores do índice de resistência denotam uma artéria de baixo fluxo.

**PALAVRAS-CHAVE:** gato, oftalmologia, fluxometria, artéria oftálmica

### ECO-POWER-DOPPLER ARTERIAL FLOW FROM THE EXTERNAL OPHTHALMIC ARTERY IN CATS (*Felis catus* Linnaeus, 1758)

GONÇALVES, G.F.; PIPPI, N.L.; LEME, M.C.; CUSTÓDIO, A.P.; FACHIN, L.; LAGO, E.; SILVA, A.V.; PACHALY, J.R. Eco-power-doppler arterial flow from the external ophthalmic artery in cats (*Felis catus* Linnaeus, 1758). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(2): p. 117-124, 2005.

**ABSTRACT:** Veterinary medicine is benefited by technological advances in diagnosis. In order that new technologies may be used, information about normal standards for each type of examination is necessary, so that they may be used routinely and adequately prescribed for each patient. The Doppler ultrasound is beginning to be used in veterinary medicine for diverse purposes. The objective of this study is to verify the Doppler ultrasound flow of the external ophthalmic artery in cats. There were used 20 mixed breed cats, being 12 males and eight females, weighing from 2.0 to 4.0 kg, supplied by the *Amparo aos Animais Society*, an animal shelter from the city of Umuarama, State of Paraná, Brazil. The animals were anesthetized with 6.0 mg/kg of the association tiletamine plus zolazepam, given by intramuscular route. The flow of the external ophthalmic

<sup>1</sup> Médico Veterinário, Mestre, Doutor. Professor Adjunto do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Paranaense – UNIPAR. Autor para Correspondência – gentil.vet@unipar.br

<sup>2</sup> Médico Veterinário, Mestre, Doutor. Professor Adjunto do Departamento de Pequenos Animais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

<sup>3</sup> Médico Veterinário, Mestre. Professor Adjunto do Curso de Medicina Veterinária – UNIPAR.

<sup>4</sup> Médico, Especialista em Imaginologia. Diretor do Laboratório Diagnose – Umuarama – PR.

<sup>5</sup> Graduando do Curso de Medicina Veterinária da UNIPAR. Bolsista de Iniciação Científica Institucional – PIC, do Instituto de Pesquisa e Ambiência Científica – IPEAC – UNIPAR.

<sup>6</sup> Médico Veterinário, Mestre, Doutor. Professor do Curso de Medicina Veterinária da UNIPAR

artery was measured through the ultrasound equipment Toshiba Powervision ATL-HDI 3500, with an echo-Doppler and a sectorial transducer of 6.0 MHz, directly applied to the cornea. Each eye had the artery flow surveyed by the equipment's own software, in which three samples have been taken. The vascular resistance index was calculated based on the mean values of systolic and diastolic flow of each vessel. The values were tabulated and Student t test was applied to verify differences between the averages. In the right eye, the value for the external ophthalmic artery flow was  $41.30 \pm 14.28$  cm/sec, in systole, and  $23.95 \pm 11.46$  cm/sec, in diastole. For the left eye, the value was  $42.75 \pm 12.64$  cm/sec, in systole, and  $25.45 \pm 9.61$  cm/sec, in diastole. There were no significant differences between the eyes. The calculated index of vascular resistance was  $0.4175 \pm 0.0774$  for the external ophthalmic artery in the right eye, and  $0.4015 \pm 0.0719$  for the left eye, without significant difference between the eyes. The results point out to an intrinsic mechanism of flow control, controlled by local factors in the external ophthalmic artery, and the resistance index values denote a low flow artery.

**KEY WORDS:** cat, ophthalmology, arterial flow, ophthalmic artery

### FLUJOMETRIA POR ULTRASONIDO DE LA ARTERIA OFTÁLMICA EXTERNA EN GATOS (*Felix catus Linnaeus, 1758*)

GONÇALVES, G.F.; PIPPI, N.L.; LEME, M.C.; CUSTÓDIO, A.P.; FACHIN, L.; LAGO, E.; SILVA, A.V.; PACHALY, J.R. FLUJOMETRIA POR ULTRASONIDO DE LA ARTERIA OFTÁLMICA EXTERNA EN GATOS (*Felix catus Linnaeus, 1758*). *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(2): p. 117-124, 2005.

**RESUMEN:** La medicina veterinaria se beneficia de los adelantos tecnológicos en diagnóstico. El conocimiento de los padrones normales para cada tipo y examen es fundamental para que se puedan usar nuevas tecnologías, posibilitando su empleo rutinario y la indicación adecuada a cada paciente. El objetivo de este estudio fue verificar la flujometría por ultrasonido de la arteria oftálmica externa en gatos. Se emplearon 20 gatos sin raza definida, 12 machos y ocho hembras, que provinieron de la Sociedad de Amparo a los Animales de la ciudad de Umuarama, Estado de Paraná, Brasil. Los animales fueron anestesiados con 6.0 mg/kg de la asociación de tiletamina y zolazepam, ministrados por vía intramuscular. El flujo de la arteria oftálmica externa fue mensurado por medio del equipo del ultrasonido Toshiba Powervision ATL-HDI 3500, con un eco-doppler y un transductor sectorial de 6.0 MHz, directamente aplicado a la córnea. Cada ojo tenía el flujo de la arteria evaluado por el propio programa del equipo, tomándose tres muestras. El índice de resistencia vascular se calculó basado en los valores promedios de flujo sistólico y diastólico de cada vaso. Los valores fueron tabulados y se aplicó el teste t de *Student* para verificar diferencias entre los promedios. En el ojo derecho, el valor para el flujo de la arteria oftálmica externa fue  $41,30 \pm 14,28$  cm/sec, en sístole, y  $23,95 \pm 11,46$  cm/seg, en diástole. Para el ojo izquierdo, el valor fue  $42,75 \pm 12,64$  cm/seg, en sístole, y  $25,45 \pm 9,61$  cm/sec, en diastole. No se observó diferencia significativa entre los ojos. El índice calculado de resistencia vascular fue  $0,4175 \pm 0,0774$  para la arteria oftálmica externa en el ojo derecho, y  $0.4015 \pm 0.0719$  para el ojo izquierdo, sin diferencia significativa entre los ojos. Los resultados apuntan para un mecanismo intrínseco de control de flujo, controlado por factores locales en la arteria oftálmica externa, y los valores del índice de resistencia denotan una arteria de bajo flujo.

**PALABRAS CLAVE:** gato, oftalmología, flujo arterial, arteria oftálmica

#### Introdução

Nos últimos dez anos, tem-se observado, na rotina da clínica médica e cirúrgica dos pequenos animais, um incremento na utilização de utensílios e equipamentos que facilitam e auxiliam a obtenção e aferição de parâmetros vitais nos pacientes. Como exemplo, pode-se citar o maior uso do oftalmoscópio, otoscópio, laringoscópio, entre outros. Da mesma forma, os exames complementares se sofisticaram e se tornaram acessíveis aos pacientes veterinários. Na atualidade, alguns exemplos são os aparelhos de radiologia, ultrasonografia, endoscopia, eletrocardiografia, eletrorretinografia, eletromiografia, eletroencefalografia e eletroneurografia.

Em várias doenças oftálmicas, como retinopatia diabética, glaucoma e hipertensão, existem alterações significativas no padrão vascular ocular. A identificação dessas alterações é importante, pois auxilia na programação de condutas terapêuticas. Segundo DINIZ *et al.* (2004), existe grande interesse no desenvolvimento de novas técnicas não invasivas, acessíveis e reprodutíveis para o estudo da vascularização ocular.

Na maioria das espécies domésticas, o maior suprimento sanguíneo para olho e órbita provém da artéria

maxilar interna, que é um ramo da artéria carótida externa, a qual, após passar através do forame alar, emite o ramo chamado artéria oftálmica externa. Por comparação, em primatas, a microcirculação total do bulbo ocular e a maior parte da circulação orbital são supridas pela artéria carótida interna, que emite a artéria oftálmica interna. No entanto as espécies domésticas possuem ambas as artérias oftálmicas, interna e externa. A artéria oftálmica externa irriga o aparelho visual, e dela derivam as artérias ciliares longas posteriores e curtas posteriores, assim como as artérias lacrimal, muscular e supra-orbitais. A artéria oftálmica interna, que é relativamente pequena, contribui para o suprimento sanguíneo do nervo óptico e se anastomosa com a artéria oftálmica externa ou um de seus ramos. Essa anastomose é especialmente proeminente no cão (GUM, 1991).

Os vasos sanguíneos da retina e coróide são ramos das artérias ciliares longas e curtas posteriores. Em animais domésticos, há geralmente certo número de pequenas artérias entrando nas camadas da retina, vindas da região em torno do disco óptico. Nos animais domésticos adultos, não existe uma única artéria central da retina, mas sim vários ramos (GUM, 1991).

A retina recebe nutrientes de duas circulações

separadas: retiniana e coroidal. A circulação retiniana é caracterizada pelo baixo fluxo sanguíneo, enquanto a coroidal possui alto fluxo. A circulação coroidal é controlada pela inervação simpática e não é auto-regulada. A circulação retiniana possui inervação autônoma e demonstra eficiente auto-regulação, sendo influenciada por fatores locais. Mediadores químicos locais produzidos pela células endoteliais e tecido peri-retiniano também desempenham papel importante na regulação da circulação retiniana (DELAY & VOORDE, 2000). Independente da pressão arterial, o fluxo de artérias de áreas específicas do cérebro, em pessoas, pode ser alterado de acordo com estímulos visuais aplicados (STURZENEGGER *et al.*, 1996). Em gatos, a artéria oftálmica é innervada por ramos do gânglio do nervo trigêmeo e do gânglio cervical dorsal ipsilaterais. Sua inervação possui papel importante na regulação do fluxo sanguíneo para o nervo óptico (CHOU *et al.*, 1999).

Segundo NASISSE (1991), a retinopatia hipertensiva é uma doença mais comum em gatos do que descrito na literatura, e tal condição ocorre mais frequentemente em gatos idosos, os quais tipicamente apresentam perda aguda de visão. As manifestações oftálmicas da hipertensão são relatadas com maior frequência que aquelas de outros sistemas, devido à sua reconhecida sensibilidade, observada no exame de rotina. A hipertensão arterial humana, causa vasoconstrição pré-capilar das arteríolas retinianas, uma resposta auto-reguladora normal. A hipertensão persistente pode induzir vasoconstrição sustentada, que leva à necrose do músculo liso vascular e vasodilatação localizada. Em oftalmologia humana existe um sistema de gradação bem aceito para as lesões oculares, que são progressivas, desde estreitamento e estenose de arteríolas, dilatação e tortuosidade arteriolar, até finalmente conduzir a uma isquemia localizada, exsudação, degeneração de fibras nervosas, papiledema e cegueira (MORGAN, 1986). Nesses casos, o exame oftalmoscópico minucioso revela vasos retinianos tortuosos, hemorragia de vítreo e retina, e descolamentos de retina de tamanhos variados. O mecanismo provável da doença retiniana, segundo as descrições em seres humanos, é uma vasoconstrição pré-capilar das arteríolas retinianas, que desenvolvem necrose do músculo liso, dilatação vascular e extravasamento. Descolamento seroso de retina ocorre de forma secundária. No entanto não há relato de estudo histopatológico em gatos, ou tampouco são identificáveis, oftalmoscopicamente, exsudatos algodinosos, que representam destruição axonal nas camadas de fibras nervosas, de forma secundária ao infarto (MORGAN, 1986; NASISSE, 1991).

Uma onda sonora pode ser produzida em um meio ao se colocar uma fonte vibratória em contato com ele, o que faz com que as partículas do meio vibrem. O distúrbio resultante propaga-se a partir da fonte, sendo atenuado, disperso e refletido pelo meio. O distúrbio que corresponde a variações na pressão é chamado de onda sonora. Na ultra-sonografia diagnóstica, um transdutor piezoelétrico funciona como fonte e também como detector de ondas sonoras. A recepção de sinais de eco refletidos e dispersos fornece informações sobre as propriedades acústicas do meio, tornando possível a produção de imagens ultra-sonográficas de forma bidimensional, também nomeado modo-B ou brilho, o que permite detecção do movimento de componentes no meio

(ZAGZEBSKI, 1996). O olho é um órgão ideal para o exame ultra-sonográfico, porque é de fácil acesso e contém várias superfícies ou interfaces reflexivas (MORGAN, 1989).

O princípio “Doppler” baseia-se na reflexão do ultra-som pelas células e outros componentes sanguíneos, que se movimentam a certa velocidade e em uma direção, tendo como referencial o transdutor. A frequência da onda sonora emitida é alterada na sua reflexão, devido ao movimento das partículas sanguíneas. Essa frequência é aumentada, quando o fluxo sanguíneo ocorre em direção ao transdutor, e diminuída, quando o movimento do sangue é contrário. O cálculo das alterações no som refletido proporciona uma estimativa de velocidade do fluxo sanguíneo muito próxima do real. A informação Doppler pode ser combinada com a imagem ultra-sônica, em escalas de cinza, para fornecer informações acerca da arquitetura e do fluxo sanguíneo (ZAGZEBSKI, 1996; FINN-BODNER & HUDSON, 1998).

A imagem dúplex colorida é conseguida pela estimativa e pela representação da velocidade média relativa à direção do feixe de ultra-som, baseada nos movimentos de dispersores e refletores em uma região de varredura. Sinais de eco de refletores que se movimentam são geralmente mostrados de modo que a tonalidade de cor, a saturação, ou o brilho indicam a velocidade relativa. Dados de imagens dúplex coloridas são sobrepostos a dados de estruturas estacionárias em modo-B, para obtenção de uma imagem composta (ZAGZEBSKI, 1996). As imagens em Doppler colorido são uma forma sofisticada de tecnologia em ultra-sonografia, que fornece informações acerca do fluxo sanguíneo e sua velocidade, no modo de brilho, bidimensional com imagens em escala de cinza. Essa técnica de obtenção de imagem é um tipo de onda “Doppler” pulsada ou em pulso (BONAGURA & MILLER, 1998). Um equipamento “Doppler” pode emitir ondas sonoras e receber ecos de forma contínua, sendo denominado Doppler de onda contínua. De forma alternativa, o equipamento pode pulsar a onda em pequenos pacotes ou grupos de som, que são listados intermitentemente no visor, na sequência de recebimento de cada pacote de reflexão que retorna (FINN-BODNER & HUDSON, 1998).

Um dos problemas encontrados na avaliação do fluxo sanguíneo com o equipamento Doppler é o ângulo entre o feixe de som e o fluxo no interior do vaso. Quando o fluxo se encontra perpendicular ao feixe de som, o co-seno do ângulo formado, que é de 90°, é dado como zero, e o fluxo é multiplicado por esse valor, produzindo uma informação errônea. De forma mais prática, procura-se orientar o feixe de ultra-som, para que forme um ângulo entre 30° e 60° em relação ao lúmen arterial, denominado ângulo de insonação (WELLS, 1995; ZAGZEBSKI, 1996).

Uma das técnicas inicialmente descritas para análise da artéria oftálmica foi a doppler-fluxometria em preto e branco. Esse método, porém, mostrou-se muito impreciso, pois os vasos da circulação orbital têm pequeno calibre, o que reduzia a precisão dos dados obtidos no exame (MARMION, 1986). As primeiras publicações sobre doppler-fluxometria colorida na circulação orbital datam do final dos anos 1980, quando foram descritos padrões normais e alterados de vasos arteriais e venosos. Concluiu-se que a doppler-fluxometria colorida seria um método útil na investigação das doenças orbitais e oculares em pessoas

(MARMION, 1986; LIEB *et al.*, 1991). Atualmente, em pessoas, DINIZ *et al.* (2004) afirmam que, com o emprego de equipamentos de alta resolução com doppler-fluxometria colorida, é possível determinar a anatomia vascular orbital com grande precisão. Além disso, este método reduz o tempo de execução do exame e favorece a correção adequada do ângulo de insonação do Doppler para fins de cálculos das velocidades de fluxo no interior do vaso estudado.

Valores de fluxometria com Doppler colorido das artérias retrobulbares foram estudados em primatas por NETLAND *et al.* (1997), com e sem aplicação tópica e retrobulbar de adrenalina. A irrigação dos olhos de primatas se dá principalmente pela artéria oftálmica interna, que se origina no círculo arterial na base do encéfalo, e aqueles autores verificaram que são artérias de baixa resistência.

Fluxometria com laser Doppler, aplicada diretamente sobre a artéria ciliar longa posterior de coelhos, foi realizada por OKUBO *et al.* (1990) para verificar as oscilações do fluxo frente às oscilações de pressão arterial. Por meio da administração de fármacos que produziram oscilações na pressão arterial, verificaram que o fluxo sanguíneo se comportou exatamente de forma contrária à pressão arterial, ou seja, quando a pressão aumentou, houve uma tendência em diminuir o fluxo, e quando diminuiu, o fluxo, tendeu a aumentar.

A mensuração do fluxo sanguíneo para a retina em gatos foi realizada por ROTH & PIETRZYK (1994), após produzirem isquemia retiniana. A verificação do fluxo foi realizada, usando microesferas radioativas injetadas no átrio direito, e os níveis de radiação foram aferidos após a enucleação dos olhos dos cadáveres. Valores basais para o fluxo foram determinados em animais sem a indução de isquemia retiniana, e se obteve um valor médio de  $17,3 \pm 8,6$  ml/100g por minuto. Os autores concluíram que, após uma hora de isquemia, ocorreu uma hiperemia significativa nos olhos dos gatos.

A velocimetria com “laser” Doppler foi utilizada para verificação do fluxo sanguíneo da retina em gatos anestesiados, verificando sua variação mediante o uso de um potente vasodilatador cerebral (HARINO *et al.*, 1992). Apesar da marcante oscilação da PAM, não se verificou oscilação no fluxo das artérias retinianas. No entanto o fluxo sanguíneo no disco óptico sofreu aumentos significativos.

O termo “anestesia dissociativa” é usado para descrever um estado anestésico produzido por um determinado grupo específico de fármacos. Os mais comuns são fenciclidina, cetamina e tiletamina. Eletroencefalograficamente, esses fármacos induzem a uma dissociação entre o tálamo e o sistema límbico. A dissociação produz seus efeitos por interromper a transmissão ascendente entre as partes consciente e inconsciente do cérebro, produzindo depressão em todos os centros cerebrais (LIN *et al.*, 1992).

A tiletamina é um agente anestésico dissociativo, geralmente selecionado por sua longa duração e maior poder analgésico, quando comparado à cetamina. O zolazepam é um benzodiazepínico, geralmente combinado à tiletamina,

devido aos seus efeitos anti-convulsivantes e relaxantes musculares. Em termos de efeitos cardiorrespiratórios, a administração intravenosa de 11,0 mg/kg de tiletamina em gatos induz queda da pressão arterial de cinco a 30 minutos após a injeção, com retorno gradualmente à linha basal. Doses de zolazepam de 10,0 mg/kg produzem aumento da frequência cardíaca em gatos, e doses mais altas de até 50 mg/kg diminuem a resistência vascular periférica, com conseqüente diminuição na pressão arterial sistêmica. Em gatos, as doses recomendadas não produzem alterações cardíacas significativas (TRACY *et al.*, 1988; LIN *et al.*, 1992; CULLEN & REYNOLDS, 1997; PABLO e BAILEY, 1999).

O objetivo geral desse estudo se refere à obtenção de valores de referência do fluxo sanguíneo (FS) da artéria oftálmica externa em gatos domésticos sem raça definida. Esses dados poderão servir como parâmetros em futuras pesquisas, para uso na rotina oftálmica e até extrapolação para outras espécies, como seres humanos.

### Material e método

Foram utilizados 20 gatos sem raça definida, provenientes da Sociedade de Amparo aos Animais de Umuarama (SAAU), com massa corporal entre 2,0 e 4,0 kg, sendo 12 machos e 8 fêmeas, com idades entre 1 e 5 anos. Os animais foram submetidos a exame físico geral e oftálmico para comprovação de sua boa condição sistêmica e oftálmica. O exame físico constou de inspeção visual de pele, pêlos e mucosas, termometria retal, auscultação respiratória e cardíaca, e palpação de extremidades, linfonodos e órgãos abdominais. O exame oftálmico constou de observação com iluminação direta e lupa de superfícies externas, tais como mucosas e pele, teste lacrimal de Schirmer tipo I, oftalmoscopia direta e, por fim, palpação do bulbo ocular. Os animais foram alojados em recintos individuais no Setor de Clínica Médica dos Pequenos Animais do Hospital Veterinário da Universidade Paranaense – UNIPAR, em Umuarama – PR, por um período de adaptação de não menos que 15 dias, nos quais receberam água e ração *ad libitum*.

Para os procedimentos experimentais, os animais foram anestesiados pela associação de tiletamina e zolazepam<sup>7</sup>, administrada por via intramuscular, na dose de 6,0 mg/kg, e transportados em gaiolas individuais até a clínica de diagnóstico por imagem Diagnose, na mesma cidade.

A fluxometria da artéria oftálmica externa foi obtida por meio do equipamento de ultra-sonografia<sup>8</sup> Toshiba Powervision ATL-HDI 3500, dotado de eco-doppler, com um transdutor setorial de 6,0MHz. Realizou-se a aplicação tópica de uma gota de colírio anestésico<sup>9</sup> em cada olho, e manutenção de uma espessa camada de gel aquoso<sup>10</sup> estéril entre a córnea e o transdutor durante a realização do exame. Após obter imagem sagital do bulbo ocular e do nervo óptico, a artéria oftálmica externa era localizada, e o cursor do Doppler era colocado sobre ela, a cerca de 2 mm da parede

<sup>7</sup> Zoletil 50® - Virbac do Brasil Ind. e Com. Ltda. – São Paulo – SP.

<sup>8</sup> Toshiba Powervision ATL-HDI 3500 – Toshiba Medical do Brasil Ltda. – São Paulo - SP

<sup>9</sup> Colírio anestésico – Allergan Produtos Farmacêuticos Ltda. – Guarulhos – SP.

<sup>10</sup> Carbogel-ult® - Carbogel Ind. E Com. Ltda. – São Paulo – SP.

posterior do bulbo ocular, próximo à entrada do nervo óptico. A fluxometria era então obtida pelo programa do próprio equipamento. Foram colhidas três amostras de cada olho, sendo o fluxo aferido tanto na sístole como na diástole para, em seguida, se realizar a verificação do índice de resistência do vaso. O índice de resistência foi calculado com base na equação  $IR = FS - FD / FS$ , em que **IR** corresponde ao índice de resistência da artéria, **FS**, ao fluxo sanguíneo na sístole, e **FD**, ao fluxo sanguíneo na diástole.

Obtidos os dados dos 20 animais e dos 40 olhos, eles foram compilados em tabelas e submetidos a teste de comparação entre as médias, teste t de *Student* não pareado, para verificação da existência de diferenças significativas entre as amostras, entre os animais e entre os olhos, com um nível de significância de 5%. Após os procedimentos, os animais foram encaminhados de volta à SAAU.

### Resultados

O procedimento anestésico foi suficiente para o transporte e contenção dos animais durante o estudo. Não se observaram convulsões ou depressões profundas. Os animais mantiveram os olhos abertos durante o procedimento, o que possibilitou o exame ultra-sonográfico transcorneal.

As imagens obtidas com o transdutor setorial eletrônico de 6 MHz possibilitaram uma visualização adequada dos componentes oculares e retrobulbares. A aplicação de uma espessa camada de gel entre a córnea e o transdutor possibilitou a realização do exame de forma confortável para o animal, sem lesões de córnea ou indução de reflexo óculo-cardíaco, e dispensou a utilização de almofada de recuo. O equipamento ultra-sonográfico dotado de Doppler ultra-sônico possibilitou a evidência adequada dos vasos retrobulbares e a identificação anatômica da artéria oftálmica externa (Figuras 1 e 2). A aferição do fluxo se deu sem problemas, visto que a manipulação do equipamento só requer treinamento.

O fluxo sanguíneo na artéria oftálmica externa apresentou pequena variação entre os olhos, sem diferenças estatisticamente significativas. Os valores médios para o fluxo na artéria oftálmica no olho direito foram de  $41,30 \pm 14,28$  cm/s durante a sístole, e de  $23,95 \pm 11,46$  cm/s durante a diástole. No olho esquerdo, foram de  $42,75 \pm 12,64$  cm/s durante a sístole, e de  $25,45 \pm 9,61$  cm/s durante a diástole (Tabela 1).

O cálculo do índice de resistência vascular apresentou pequena oscilação entre os animais, não sendo evidenciada diferença significativa. O valor médio verificado para o índice de resistência da artéria oftálmica externa foi de  $0,4175 \pm 0,0774$ , para o olho direito, e de  $0,4015 \pm 0,0719$ , para o olho esquerdo (Tabela 2).

### Discussão

A associação de um anestésico dissociativo a um benzodiazepínico produz boa analgesia, de acordo com LIN *et al.* (1992), a realização de todos os procedimentos realizados no experimento, incluindo transporte e a realização do exame sonográfico. Nenhum animal apresentou sinais de dor ou desconforto durante a realização dos procedimentos descritos.

A imagem ultra-sonográfica do olho é bastante fácil de obter devido à sua localização superficial na cabeça, seu fácil acesso às diferenças de impedância entre os componentes do bulbo ocular. Já os componentes retrobulbares necessitam de transdutores com menor frequência de emissão de som, pois se localizam em maior profundidade, segundo MORGAN (1989). Devido à quantidade de vasos retrobulbares, se faz necessário o conhecimento anatômico acurado dos vasos e de sua trajetória, para não ocorrerem mensurações equivocadas. Em seres humanos, DINIZ *et al.* (2004) fazem uma descrição detalhada da anatomia vascular sonográfica do bulbo ocular e das técnicas, e formas para obtenção da velocidade de fluxo das artérias, e veias oculares com Doppler ultra-sonográfico. No entanto suas afirmações não podem ser extrapoladas para as espécies domésticas, devido às variações anatômicas. Para localização e identificação da artéria oftálmica externa nos gatos examinados nesse experimento, procurou-se seguir a orientação anatômica fornecida por GUM (1991), optando por uma profundidade padrão de aplicação do cursor do aparelho sobre a artéria e uma distância média do bulbo ocular de 2,0 mm.

A artéria oftálmica externa se apresentou como a mais calibrosa na região retrobulbar, e sonograficamente aparece com uma trajetória sobre o nervo óptico, com fluxo em direção ao bulbo ocular, emitindo vários ramos, entre eles, as artérias ciliares longas posteriores e curtas posteriores, assim como artéria lacrimal, artéria muscular, artérias supra-orbitais, como afirma GUM (1991). Neste experimento não houve a preocupação com a descrição da anatomia ultra-sonográfica das artérias retrobulbares, pois não fazia parte dos objetivos inicialmente propostos, e seria necessária uma anestesia mais prolongada, o que poderia produzir alterações na PAM, interferindo no objetivo principal do experimento.

A utilização da imagem ultra-sonográfica, com Doppler colorido, permitiu uma boa visualização e localização da artéria oftálmica externa em gatos sem raça definida, anestesiados e possibilitou ainda a obtenção do fluxo sanguíneo no interior dessa artéria. Tal fato já era conhecido e esperado com base nas informações de ZAGZEBSKI (1996); BONAGURA & MILLER (1998); FINN-BODNER & HUDSON (1998).

Orienta-se o feixe de ultra-som, para que forme um ângulo entre 30° até 60° em relação ao lúmen arterial, denominado ângulo de insonação por WELLS (1995) e ZAGZEBSKI (1996). No presente trabalho, convencionou-se utilizar um ângulo de insonação de 60°, para todas as artérias oftálmicas externas examinadas. Essa padronização possibilitou a obtenção de valores reais para a velocidade de fluxo sanguíneo, pois um dos problemas encontrados na avaliação do fluxo sanguíneo com o equipamento Doppler é o ângulo entre o feixe de som e o fluxo no interior do vaso. Quando o fluxo se encontra perpendicular ao feixe de som, o co-seno do ângulo formado que é de 90° é dado como zero, e o fluxo é multiplicado por esse valor, produzindo uma informação errônea, segundo WELLS (1995) e ZAGZEBSKI (1996). A utilização do equipamento ultra-sonográfico dotado de eco-Doppler com imagem dúplex possibilitou de forma adequada a visualização do fluxo sanguíneo e a correção do ângulo de insonação, corroborando as informações de DINIZ *et al.* (2004).

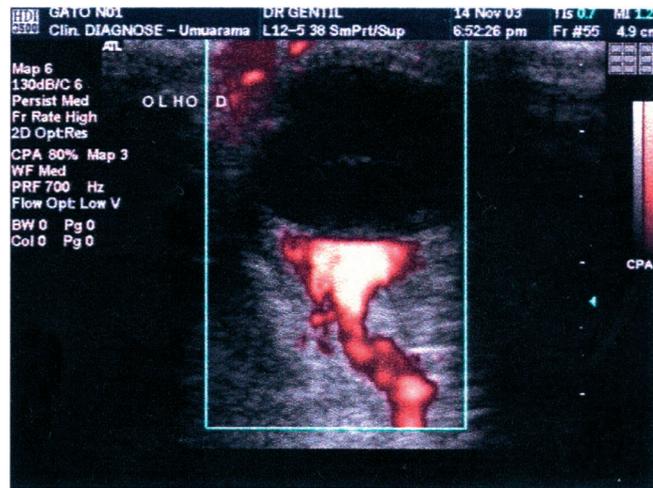
O fluxo sanguíneo na artéria oftálmica externa em gatos se manteve dentro de limites estreitos entre os animais, não apresentando diferenças significativas entre os olhos, a principal diferença encontrada ocorreu de acordo com o momento da revolução cardíaca. Isso denota a influência da pós-carga no volume sanguíneo circulante e, conseqüentemente no fluxo sanguíneo dessa artéria. Porém essa não é a única influência sofrida pelo fluxo durante a passagem do sangue pelo interior da artéria. De acordo com GROSENBAUGH & MUIR (1998), SINGI (2001), SILVERTHORN (2003) & CINGOLANI (2004), além do volume sanguíneo ejetado, a resistência e a elasticidade da parede do vaso sanguíneo também ditariam a velocidade de fluxo no interior do vaso, fato que contribui para a formação e determinação de pressão arterial sistêmica. Assim, espera-se que a velocidade de fluxo sanguíneo no interior da artéria oftálmica seja maior durante a sístole e menor na diástole, em qualquer artéria em condições normais.

Ao confrontar os valores obtidos neste trabalho com os citados por NETLAND *et al.* (1997), que verificaram o fluxo na artéria oftálmica interna em primatas, observam-se valores discrepantes. Aqueles autores verificaram uma velocidade de fluxo de  $20,45 \pm 1,25$  cm/seg durante a sístole e de  $6,88 \pm 0,37$  cm/seg em diástole, com índice de resistência de 0,65. Tais diferenças podem ser explicadas pela espécie e pela artéria estudada. Os valores para o índice de resistência também são diferentes, porém caracterizam vasos de baixa resistência em ambas as espécies estudadas.

As observações de OKUBO *et al.* (1990) acerca da fluxometria com laser Doppler aplicada diretamente sobre a artéria ciliar longa posterior de coelhos, verificando as oscilações do fluxo frente às oscilações de pressão arterial, corroboram os achados no gato G7 neste trabalho. Naquele animal, no final, o fluxo sanguíneo se comportou exatamente de forma contrária à pressão arterial, ou seja, quando a pressão diminuiu em relação à média, houve uma tendência em aumentar o fluxo em relação à média dos outros animais. Tal fato também foi observado por ROTH & PIETRZYK (1994), após produzirem isquemia retiniana em gatos.

O método de mensuração de fluxo utilizado por OKUBO *et al.* (1990), segundo os autores, foi eficiente, porém demandou realização de procedimento cirúrgico, utilizando o mesmo princípio Doppler empregado neste estudo. A maior diferença entre os métodos foi a lesão tecidual periocular produzida pela mensuração direta com o equipamento Doppler sobre a artéria alvo, no caso da técnica descrita por OKUBO *et al.* (1990), enquanto que, neste experimento, a utilização do equipamento de ultrasonografia dotado de Doppler conseguiu localizar a artéria alvo na região retrobulbar e verificar o seu fluxo com a mesma precisão. A técnica de mensuração de fluxo descrita por ROTH & PIETRZYK (1994) utilizou microesferas radioativas que só puderam ser quantificadas com a evisceração do bulbo ocular, e a velocidade de fluxo foi calculada por área irrigada, o que pode ser considerado um método extremamente invasivo e de nenhuma aplicação prática na rotina clínica, quando comparado ao uso da ultrasonografia associada a Doppler-fluxometria, utilizada no presente trabalho. A ultra-sonografia associada a Doppler-fluxometria foi utilizada por NETLAND *et al.* (1997) e

DINIZ *et al.* (2004) para mensuração de fluxo sanguíneo de vasos oculares em primatas e pessoas, obtendo resultados confiáveis e reproduzíveis em indivíduos vivos, sem complicações ou efeitos indesejáveis, o que foi confirmado com as observações do presente trabalho.



**Figura 1** - Imagem ultra-sonográfica do bulbo ocular direito de um gato sem raça definida, obtida com aparelho Toshiba ATL/ HDI 3500, e transdutor setorial eletrônico de 6,0 MHz. Aplicação da função power-angio-doppler para delimitação anatômica dos vasos retrobulbares e localização da artéria oftálmica externa (seta)



**Figura 2** - Imagem ultra-sonográfica do bulbo ocular direito de um gato sem raça definida, obtida com aparelho Toshiba ATL/ HDI 3500, e transdutor setorial eletrônico de 6,0 MHz. Aplicação da função eco-doppler, para determinação do fluxo sanguíneo da artéria oftálmica externa. O cursor se apresenta colocado sobre a artéria com o ângulo de insonação corrigido em 60°. O gráfico na parte inferior da imagem apresenta a oscilação do fluxo no intervalo de tempo determinado, os valores abaixo se referem à média no intervalo de tempo, para sístole e diástole, em centímetros por segundo

**Tabela 1** - Valores médios do fluxo sanguíneo, em centímetros por segundo, obtidos por fluxometria com Doppler colorido na artéria oftálmica externa de gatos sem raça definida, anestesiados com tiletamina e zolazepam. OD-S corresponde ao fluxo na artéria do olho direito durante a sístole ventricular, e OD-D, durante a diástole. OE-S corresponde ao fluxo na artéria do olho esquerdo durante a sístole, e OE-D, durante a diástole

<b>Animais</b>	<b>OD-S</b>	<b>OD-D</b>	<b>OE-S</b>	<b>OE-D</b>
<b>G1</b>	27,83	19,15	41,70	22,05
<b>G2</b>	38,87	22,83	43,47	24,77
<b>G3</b>	54,20	28,97	56,25	35,65
<b>G4</b>	47,63	23,93	57,15	37,85
<b>G5</b>	76,20	56,15	45,73	26,43
<b>G6</b>	65,90	42,90	56,07	33,80
<b>G7</b>	62,73	42,73	75,37	52,73
<b>G8</b>	45,37	23,63	56,83	36,20
<b>G9</b>	52,73	29,70	43,83	22,27
<b>G10</b>	29,53	13,93	24,20	14,20
<b>G11</b>	34,90	15,00	28,40	19,50
<b>G12</b>	36,90	22,45	36,90	20,40
<b>G13</b>	27,40	14,70	23,10	9,70
<b>G14</b>	24,90	13,75	31,75	20,45
<b>G15</b>	34,30	20,97	43,17	23,53
<b>G16</b>	35,17	21,40	38,10	24,75
<b>G17</b>	34,55	9,85	36,80	20,40
<b>G18</b>	29,45	19,55	38,45	20,05
<b>G19</b>	32,30	17,80	39,00	22,80
<b>G20</b>	35,10	19,50	38,80	21,40
<b>Média</b>	41,30	23,95	42,75	25,45
<b>Desvio-padrão</b>	14,28	11,46	12,64	9,61

1. OD-S x OE-S – Teste t de *Student* não pareado,  $t = 0,6298$ ,  $p = 0,5363$ . Interpretação: a média de OD-S não é significativamente diferente da média de OE-S.

2. OD-D x OE-D – Teste t de *Student* pareado,  $t = 0,7025$ ,  $p = 0,4909$ . Interpretação: a média de OD-D não é significativamente diferente da média de OE-D

**Tabela 2** - Valores médios do índice de resistência da artéria oftálmica externa de gatos sem raça definida, anestesiados com tiletamina e zolazepam

<b>Animais</b>	<b>Olho Direito</b>	<b>Olho Esquerdo</b>
<b>G1</b>	0,32	0,47
<b>G2</b>	0,4	0,44
<b>G3</b>	0,46	0,35
<b>G4</b>	0,5	0,34
<b>G5</b>	0,26	0,41
<b>G6</b>	0,35	0,39
<b>G7</b>	0,31	0,3
<b>G8</b>	0,47	0,35
<b>G9</b>	0,46	0,49
<b>G10</b>	0,53	0,31
<b>G11</b>	0,57	0,31
<b>G12</b>	0,39	0,44
<b>G13</b>	0,46	0,58
<b>G14</b>	0,43	0,35
<b>G15</b>	0,39	0,47
<b>G16</b>	0,39	0,34
<b>G17</b>	0,45	0,44
<b>G18</b>	0,33	0,39
<b>G19</b>	0,44	0,42
<b>G20</b>	0,44	0,44
<b>Média</b>	0,4175	0,4015
<b>Desvio padrão</b>	0,0774	0,0719

Teste t de *Student* pareado:  $t = 0,6257$  e  $p = 0,5390$ . Interpretação: não existe diferença significativa entre os olhos para o índice de resistência da artéria oftálmica externa.

## Conclusão

Com base nos dados obtidos neste experimento pode-se concluir que:

Não existe diferença entre a velocidade de fluxo sanguíneo na artéria oftálmica externa direita e esquerda de gatos domésticos sem raça definida, hípidos, anestesiados com tiletamina e zolazepam, aferida por ultra-sonografia bidimensional e Doppler-fluxometria, que foi de  $41,30 \pm 14,28$  cm/seg para a artéria do olho direito durante a sístole e  $23,95 \pm 11,46$  cm/seg durante a diástole; e de  $42,75 \pm 12,64$  cm/seg para a do olho esquerdo durante a sístole e  $25,45 \pm 9,61$  cm/seg durante a diástole, podendo um lado ser utilizado como referência para o outro;

O índice de resistência para a artéria oftálmica externa nos referidos animais, calculado a partir da velocidade de fluxo durante sístole e diástole, foi de  $0,4175 \pm 0,0774$  para a artéria do olho direito e de  $0,4015 \pm 0,0719$  para a do olho esquerdo, não existindo diferença significativa entre os lados, e caracterizando o vaso como uma artéria de baixo fluxo.

## Referências

- BONAGURA, J. D.; MILLER, M. W. Doppler echocardiography II. *Vet. Clin. North Am Small Anim. Pract.* v. 28, n. 6, p. 1361-1389. 1998.
- CINGOLANI, H. E. Hemodinâmica: pressão arterial e débito cardíaco. In: CINGOLANI, H. E. et al. *Fisiologia humana de Houssay*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 307-316.
- CHOU, P. et al. Origin of Innervation in the Feline Ophthalmic Artery. *Ophthalmol.* v. 213, n. 1, p. 54-57. 1999.
- CULLEN, L. K.; REYNOLDSON, J. A. Effects of tiletamine/zolazepam premedication on propofol anaesthesia in dogs. *The Vet. Rec.* v. 140, n. 5, p. 1363-1366. 1997.
- DELAEY, C.; VOORDE, J. V. Regulatory Mechanisms in the Retinal and Choroidal Circulation. *Ophthalmol Res.* v. 32, n. 6, p. 249-256. 2000.
- DINIZ, A. L. D. et al. Dopplervelocimetria colorida dos vasos orbitais: técnica de exame e anatomia vascular. *Radiol. Bras.* São Paulo, v. 37, n. 4, p. 287-290. 2004.
- FINN-BODNER, S. T.; HUDSON, J. A. Abdominal vascular sonography. *Vet. Clin North Am Small Anim Pract.* v. 28, n. 4, p. 887-942. 1998.
- GROSENBAUGGH, D. A.; MUIR, W.W. Blood pressure monitoring. *Vet. Med.* v. 93, n. 1, p. 48-59. 1998.
- GUM, G. G. Physiology of the eye. In: GELATT, K. N. *Vet. Ophthalmol.* 2. ed. Philadelphia: Lea e Febinger. 1991. p. 129.
- HARINO, S.; RIVA, C. E.; PETRIG, B. L. Intravenous Nicardipine in 'cats increases optic nerve head but not retinal blood flow. *Invest Ophthalmol & Vis Sci.* v. 33, n. 10, p. 2885-2890. 1992.
- LIEB, W. E. et al. Color Doppler imaging of the eye and orbit. Technique and normal vascular anatomy. *Arch Ophthalmol.* n. 109, p. 527-531. 1991.
- LIN, H. C. et al. Telazol – A review of its pharmacology and use in veterinary medicine. *J. Vet. Pharmacol. Therap.* v. 16, p. 383-418. 1992.
- MARMION, V. J. Strategies in Doppler ultrasound. *Trans Ophthalmol Soc UK.* n. 105, p. 562-567. 1986.
- MORGAN, R.V. Systemic hypertension in four cats: ocular and medical findings. *JAAHA.* Denver, v. 22, n. 615, p. 11-16, 1986.
- MORGAN, R. V. Ultrasonography of retrobulbar diseases of the dog and cat. *JAAHA.* Denver, v. 25, n. 4, p. 393-399, 1989.
- NASISSE, M. P. Feline ophthalmology. In: GELATT, K. N. *Veterinary ophthalmology.* 2. ed. Philadelphia: Lea e Febiger. 1991. p. 562.
- NETLAND, P. A.; SIEGNER, S.W.; HARRIS, A. Color Doppler ultrasound measurements after topica and retrobulbar epinephrine in primate eyes. *Invest Ophthalmol & Vis. Sci.* v. 38, n. 12, p. 2655-2661. 1997.
- OKUBO, H.; GHEREZGHIHER, T.; KOSS, M. C. Long posterior ciliary arterial blood flow and systemic blood pressure. *Invest Ophthalmol & Vis. Sci.* v. 31, n. 5, p. 819-826. 1990.
- PABLO, L. S.; BAILEY, J. E. Etomidate and telazol. *Vet. Clin. North Am Small Anim. Pract.* v. 29, n. 3, p. 779-792, 1999.
- RIVA, I. Controle da pressão arterial. In: CINGOLANI, H. E. et al. *Fisiologia humana de Houssay*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 345-363.
- ROTH, S.; PIETRZYK, Z. Blood flow after retinal ischemia in cats. *Invest Ophthalmol & Vis. Sci.* v. 35, n. 8, p. 3209-3217. 1994.
- SILVERTHORN, D. E. Fluxo sanguíneo e controle da pressão arterial. In: SILVERTHORN, D. E.; OBER, W. C.; GARRISON, C.W.; SILVERTHORN, A. C. *Fisiologia humana: uma abordagem integrada.* 2. ed. São Paulo: Manole. 2003. p. 443-473.
- SINGI, G. Pressão arterial. In: SINGI, G. *Fisiologia dinâmica: texto básico para os cursos de ciências biológicas.* São Paulo: Atheneu. 2001. p. 131-138.
- STURZENEGGER, M.; NEWELL, D. W.; AASLID, R. Visually evoked blood flow response assessed by simultaneous two-channel transcranial Doppler using flow velocity averaging. *Stroke.* v. 27, p. 2256-2261. 1996.
- TRACY, C. H.; SHORT, C. E.; CLARK, B. C. Comparing the effects of intravenous and intramuscular administration of telazol. *Vet. Med.* v. 83, n. 1, p. 104-108. 1988.
- WELLS, P. N. T. Basic principles and Doppler physics. In: TAYLOR, K. J. W.; BURNS, P. N.; WELLS, P. N. T. *Clinical applications of Doppler ultrasound.* 2. ed. New York: Raven Press. 1995. p. 1-17.
- ZAGZEBSKI, J. A. Física e instrumentação em ultra-sonografia pelo Doppler e pelo modo-B. In: *Introdução à ultra-sonografia vascular.* 3. ed. Rio de Janeiro: Revinter. 1996. p. 19-42.

Recebido para publicação em 01/07/2005  
 Received for publication on 01 July 2005  
 Recibido para publicación en 01/07/2005  
 Aceito para publicação em 02/08/2005  
 Accepted for publication on 02 August 2005  
 Acepto para publicación en 02/08/2005