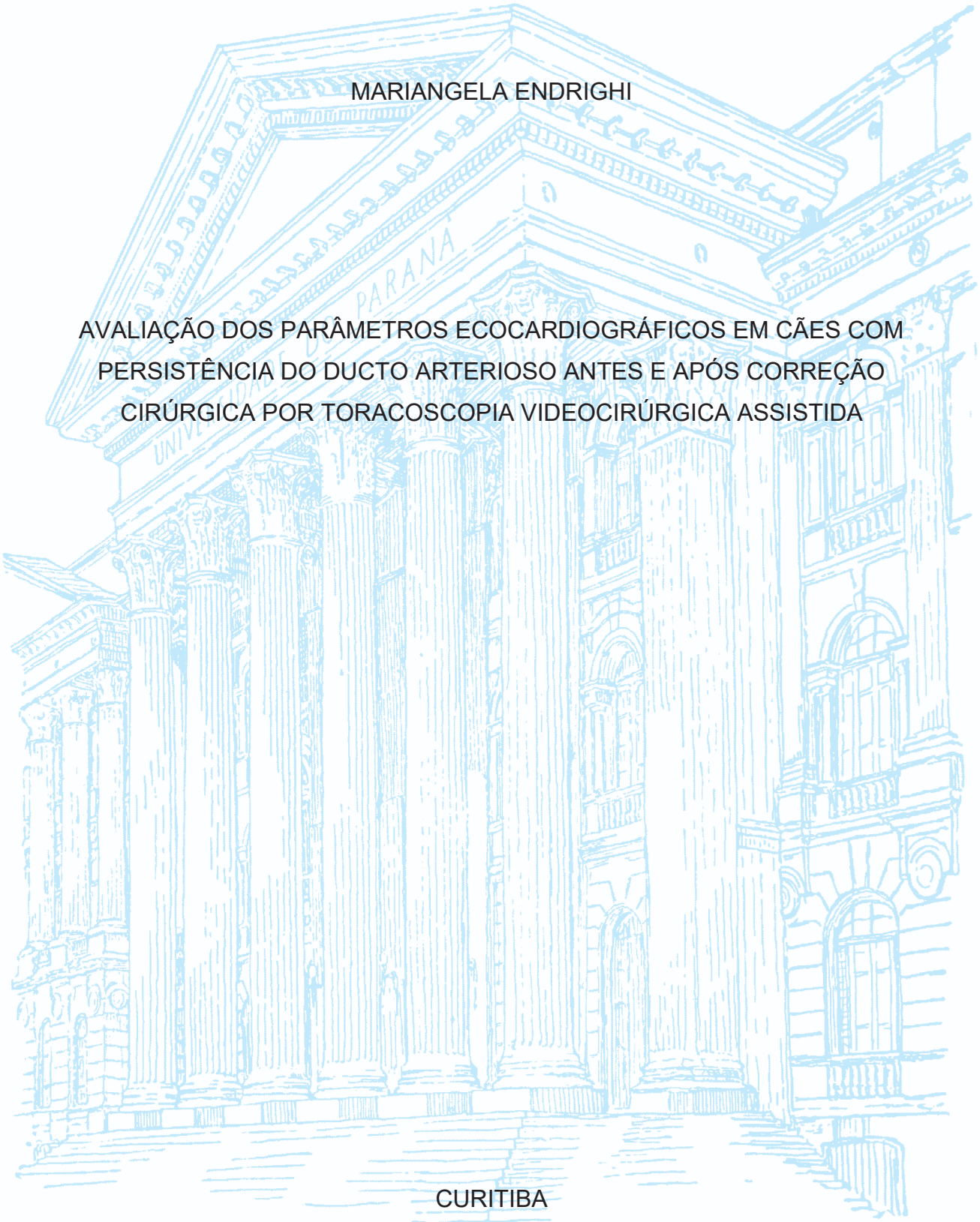
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIANGELA ENDRIGHI



AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS EM CÃES COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO ANTES E APÓS CORREÇÃO CIRÚRGICA POR TORACOSCOPIA VIDEOCIRÚRGICA ASSISTIDA

CURITIBA

2024

MARIANGELA ENDRIGHI

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS EM CÃES COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO ANTES E APÓS CORREÇÃO CIRÚRGICA POR TORACOSCOPIA VIDEOCIRÚRGICA ASSISTIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Gonçalves Sousa

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Endrighi, Mariangela
Avaliação dos parâmetros ecocardiográficos em cães com persistência do ducto arterioso antes e após correção cirúrgica por toracoscopia videocirúrgica assistida / Mariangela Endrighi. – Curitiba, 2024.
1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Orientador: Prof. Dr. Marlos Gonçalves Sousa

1. Cães. 2. Ecocardiografia veterinária. 3. Cirurgia assistida por computador. I. Sousa, Marlos Gonçalves. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

Bibliotecária: Elizabeth de Almeida Licke da Luz CRB-9/1434

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS VETERINÁRIAS - 40001016023P3

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARIANGELA ENDRIGHI** intitulada: **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS EM CÃES COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO ANTES E APÓS CORREÇÃO POR TORACOSCOPIA VIDEOCIRÚRGICA ASSISTIDA**, sob orientação do Prof. Dr. MARLOS GONÇALVES SOUSA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 12 de Março de 2024.

Assinatura Eletrônica
15/03/2024 08:15:12.0
MARLOS GONÇALVES SOUSA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
19/03/2024 16:46:48.0
RONALDO JUN YAMATO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SãO PAULO - USP)

Assinatura Eletrônica
15/03/2024 08:28:11.0
JAISLANE BASTOS BRAZ
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 348286
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 348286

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e ao meu noivo, que solidificou a ponte para que eu pudesse seguir meus objetivos e realizar meus sonhos sem maiores preocupações.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos eternos aos meus pais, ao meu irmão e ao meu noivo, que sempre deram tudo de si e me incentivaram a seguir meus objetivos, sem nunca recusar ajuda e apoio, seja emocional ou financeiro, desde meus primeiros passos até hoje.

Aos meus amigos, por aliviar os dias difíceis e melhorar os dias alegres, proporcionando sorrisos e ânimo para continuar todos os dias sendo uma pessoa e um profissional melhor.

Ao meu orientador, por ter me aceitado entre seus alunos, além de permitido o aprendizado teórico e prático imenso, demonstrado a importância de uma orientação humana e saudável, sendo muito mais que um simples orientador.

A todos do Laboratório de Cardiologia Comparada, que me ensinaram do básico ao inovador, me auxiliaram durante o período do mestrado, juntos permitiram que todo o trabalho fosse realizado.

Aos professores da Universidade Federal do Paraná, residentes e funcionários do Hospital Veterinário, pela contribuição em minha formação acadêmica.

RESUMO

Os objetivos da elaboração desta dissertação foi analisar parâmetros ecocardiográficos em cães com persistência do canal arterioso, antes e após correção cirúrgica através da toracoscopia videoassistida, correlacionando com prognóstico e taxa de sobrevida e descrever o uso dessa técnica para oclusão do ducto arterioso em uma população de cães. A PDA é uma das doenças cardíacas congênitas mais comum em cães e quando não corrigidas podem trazer consequências hemodinâmicas e manifestação de sinais clínicos para o animal. O primeiro capítulo avaliou a toracoscopia videoassistida para oclusão da persistência do ducto arterioso em 24 cães, descrevendo a técnica utilizada, resultados e complicações peri e pós operatória. A oclusão com clipe de titânio foi realizada com sucesso em 21 cães, com mediana do diâmetro ductal mínimo de 2,9 mm. Complicações transanestésicas ocorreram em 33,3% dos casos, mas foram resolvidas rapidamente. O tempo cirúrgico mediano foi de 83 minutos e a recuperação pós-operatória durou em média 23,5 horas. A taxa de sucesso foi de 87,5%, com 12,5% de mortalidade devido a ruptura do ducto ou complicações anestésicas. No segundo capítulo, foi comparado parâmetros ecocardiográficos em três momentos distintos e avaliado implicações a curto e longo prazo em cães submetidos à correção cirúrgica. A maioria dos cães eram fêmeas (23/24), com idade mediana de 9,5 meses e peso mediano de 2,6 kg. Houve redução significativa de parâmetros ecocardiográficos relacionados ao remodelamento cardíaco e função sistólica após a cirurgia. A sobrevida mediana foi de 917,5 dias. A presente dissertação mostrou que a toracoscopia videoassistida é uma técnica viável e eficaz para oclusão da PDA em cães jovens e de baixo peso corporal, com baixo índice de complicações hemodinâmicas e manifestações clínicas para o animal. Além disso, a correção cirúrgica melhorou significativamente os parâmetros ecocardiográficos, destacando a importância da intervenção precoce. O diâmetro da ampola foi identificado como indicador de remodelamento cardíaco e sobrecarga volumétrica.

Palavras-chave: Congênita; Ecocardiografia; Toracoscopia; Videocirurgia.

ABSTRACT

The objectives of this dissertation were to analyze echocardiographic parameters in dogs with patent ductus arteriosus before and after surgical correction via video-assisted thoracoscopy, correlating these parameters with prognosis and survival rate, and to describe the use of this technique for PDA occlusion in a population of dogs. PDA is one of the most common congenital heart diseases in dogs and, if left uncorrected, can lead to hemodynamic consequences and clinical signs in the animal. The first chapter evaluated video-assisted thoracoscopy for PDA occlusion in 24 dogs, describing the technique used, perioperative and postoperative results, and complications. Titanium clip occlusion was successfully performed in 21 dogs, with a median minimum ductal diameter of 2.9 mm. Intraoperative complications occurred in 33.3% of the cases but were resolved quickly. The median surgical time was 83 minutes, and postoperative recovery lasted an average of 23.5 hours. The success rate was 87.5%, with a 12.5% mortality rate due to duct rupture or anesthetic complications. The second chapter compared echocardiographic parameters at three different time points and evaluated short- and long-term implications in dogs undergoing surgical correction. Most of the dogs were female (23/24), with a median age of 9.5 months and a median weight of 2.6 kg. There was a significant reduction in echocardiographic parameters related to cardiac remodeling and systolic function after surgery. The median survival was 917.5 days. This dissertation demonstrated that video-assisted thoracoscopy is a viable and effective technique for PDA occlusion in young, low-body-weight dogs, with a low incidence of hemodynamic complications and clinical manifestations. Moreover, surgical correction significantly improved echocardiographic parameters, highlighting the importance of early intervention. The diameter of the ampulla was identified as an indicator of cardiac remodeling and volume overload.

Keywords: Congenital; Echocardiography; Thoracoscopy; Videosurgery.

LISTA DE ABREVIATURAS

AE – Átrio esquerdo

AE/Ao – Relação átrio esquerdo/Aorta

Ao – Artéria Aorta

AP – Artéria Pulmonar

DA – Diâmetro da Ampola

DMD – Diâmetro Mínimo do Ducto

DIVED – Diâmetro do Ventrículo Esquerdo em Diástole

DIVEDn - Diâmetro do Ventrículo Esquerdo em Diástole Normalizado ao Peso

DIVESn - Diâmetro do Ventrículo Esquerdo em Sístole Normalizado ao Peso

ECG – Eletrocardiografia

EDV - Volume Diastólico Final do Ventrículo Esquerdo

FC – Frequência Cardíaca

FE – Fração de Ejeção

FR – Frequência Respiratória

FS – Fração de Encurtamento (*Fractional Shortening*)

PAS – Pressão Arterial Sistêmica

PDA – Persistência do Ducto Arterioso

TAPSE - Excursão Sistólica do Plano Anular da Tricúspide (*Tricuspid annular plane systolic excursion*)

TRIV - Tempo de relaxamento Isovolumétrico

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

VE - Ventrículo esquerdo

VDFi – Volume diastólico final do ventrículo esquerdo indexado ao peso

VSFi – Volume sistólico final do ventrículo esquerdo indexado ao peso

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO 1: CORREÇÃO DA PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO POR TORACOSCOPIA VIDEOASSISTIDA EM CÃES 11
1.1 INTRODUÇÃO 12
1.2 ANIMAL, MATERIAL E MÉTODOS 13
1.3 ESTATÍSTICA 15
1.4 RESULTADOS 16
1.5 DISCUSSÃO 17
1.6 CONCLUSÕES 21
1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 22
2 CAPÍTULO 2: PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS E PROGNÓSTICO EM CÃES COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO SUBMETIDOS À CORREÇÃO POR TORACOSCOPIA VIDEOASSISTIDA .. 28
2.1 INTRODUÇÃO 29
2.2 ANIMAIS, MATERIAL E MÉTODOS 30
2.3 ESTATÍSTICA 33
2.4 RESULTADOS 33
2.5 DISCUSSÃO 36
2.6 CONCLUSÕES 40
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 41
REFERÊNCIAS GERAIS 53

1 CAPÍTULO 1: CORREÇÃO DA PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO POR TORACOSCOPIA VIDEOASSISTIDA EM CÃES

Resumo

Objetivos: Descrever o uso da toracoscopia videoassistida para oclusão da persistência do ducto arterioso em uma população de cães, descrevendo a técnica, resultados e possíveis complicações.
Animais, material e métodos: Estudo retrospectivo. Foram revisados prontuários de vinte e quatro cães com persistência do ducto arterioso, shunt esquerda-direta, corrigidos através da toracoscopia videoassistida em cães.
Resultados: A oclusão ductal com clipe de titânio foi realizada em 24 cães com peso de 0,8 a 10,1 kg. A oclusão por toracoscopia foi bem-sucedida em 21 cães. A mediana do diâmetro mínimo do ducto foi 2,9 mm (1,4- 9,5mm). O dispositivo foi selecionado de acordo com a mensuração do diâmetro ductal mínimo obtido no exame ecocardiográfico. Quatro pacientes apresentaram fluxos residuais insignificantes. O tempo cirúrgico mediano foi de 83 minutos (35-200 minutos). Oito animais (33,3%) apresentaram complicações transanestésicas, nenhuma com significado a longo prazo. O tempo mediano pós-operatório foi de 23,5 horas (15,4-50,2 horas). Apenas um animal apresentou complicações pós-operatórias. e de fácil resolução. A taxa de sucesso da oclusão foi de 87,5% e a taxa de mortalidade de 12,5%. Ocorreram três óbitos, dois em consequência da ruptura do ducto no período perioperatório e um na indução anestésica.
Conclusões: O uso da toracoscopia por videocirurgia assistida é um método viável e eficaz para oclusão do ducto arterioso em cães jovens e de baixo peso corporal. A técnica descrita está relacionada a baixa complicações e pode ser uma alternativa segura aos métodos existentes de correção cirúrgica.

Palavras-chave: congênita; ducto arterioso; canino; toracoscopia; videocirurgia

1.1 INTRODUÇÃO

A persistência do ducto arterioso (PDA) é uma anomalia vascular congênita, caracterizada pelo desvio sanguíneo da aorta descendente para a artéria pulmonar [1, 2]. Esse desvio provoca o hiperfluxo na circulação pulmonar, acarreta em sobrecarga de volume no lado esquerdo do coração, a depender do diâmetro do ducto [3]. Em pacientes com diâmetros significativos, pode-se observar dilatação das câmaras cardíacas esquerdas, remodelamento excêntrico do ventrículo esquerdo e insuficiência cardíaca congestiva [2, 3].

A PDA é uma das doenças cardíacas congênitas mais comum em cães [4]. As raças acometidas variam de acordo com os estudos, raças puras como Bichon Frise, Chihuahua, Pastor Alemão, Poodle, Spitz Alemão, Maltês, Yorkshire Terrier são as mais prevalentes, entretanto cães sem raça definida podem também ser acometidas. Apesar de acometer ambos os sexos, a prevalência em fêmeas costuma ser três vezes maior em comparação aos machos [4, 5].

O diagnóstico desse quadro clínico envolve a auscultação cardíaca e exame ecocardiográfico [2]. Os achados característicos incluem sopro de alta intensidade na base cardíaca esquerda e pulso femoral hipercinético. O diâmetro ductal mínimo (DMD) e diâmetro da ampola (DA) obtidos através da ecocardiografia são medidas importantes no planejamento cirúrgico e na escolha da técnica a ser utilizada [2,6].

O tratamento consiste na oclusão do ducto através da intervenção cirúrgica. São divididas basicamente em duas modalidades, ligadura cirúrgica por meio da toracotomia e procedimentos minimamente invasivos, como a toracoscopia com clipes hemostáticos ou técnicas intravasculares por meio do cateterismo, utilizando dispositivos de oclusão [7, 8]. A toracoscopia por videocirurgia assistida permite o fechamento do ducto com o mínimo de trauma tecidual. Essa abordagem proporciona uma visualização ampliada do campo cirúrgico e permite a dissecação dos vasos e clipagem do ducto através de uma pequena incisão [9]. Além disso, essa técnica também diminui as complicações inerentes a outras técnicas, como menor risco de infecção, dor pós-operatória e resulta em um tempo de recuperação mais curto [9, 10].

O fechamento do ducto é considerado curativo e recomenda-se a correção cirúrgica o mais precocemente após o diagnóstico. A presença dessa anomalia está associada a consequências hemodinâmicas progressivas e a uma alta taxa de mortalidade quando não reparada no primeiro ano após o diagnóstico [6]. O objetivo deste estudo consiste em descrever a técnica, os resultados obtidos e possíveis complicações ao utilizar a toracoscopia por videoassistida na correção de ducto arterioso patente em cães.

1.2 ANIMAL, MATERIAL E MÉTODOS

Foram incluídos no estudo cães submetidos à correção cirúrgica do PDA através da toracoscopia por videocirurgia assistida, realizada no Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. Trata-se de um estudo de carácter retrospectivo e descritivo, desenvolvido entre abril de 2022 e maio de 2023. Os prontuários médicos foram avaliados e as características dos animais foram registradas, incluindo idade, sexo, raça e peso corporal. Também foram coletados dados sobre as medidas ecocardiográficas, tais como diâmetro mínimo do ducto, diâmetro da ampola ductal e tempo do procedimento cirúrgico e da internação e complicações peri ou pós-operatórias quando presentes.

A ecocardiografia transtorácica foi realizada por um médico veterinário com experiência na área de cardiologia. As dimensões do ducto foram realizadas no eixo curto da janela paraesternal direita e da janela paraesternal esquerda, obtendo as medidas de acordo com a imagem de maior qualidade. O diâmetro ductal mínimo foi mensurado na abertura do ducto na artéria pulmonar e o diâmetro da ampola ductal mensurado perpendicularmente à parede do ducto e na metade do seu eixo longo. A seleção do clipe para oclusão foi definida de acordo com as medidas ecocardiográficas obtidas da ampola ductal. Os exames ecocardiográficos foram realizados poucas horas antes do procedimento, no pós-cirúrgico imediato e 24 horas após o término do procedimento. Todas as medidas foram obtidas pelo mesmo observador.

Os protocolos anestésicos não foram padronizados porque os fármacos foram escolhidos de acordo com as exigências e particularidades de cada paciente, a fim de minimizar possíveis riscos. As anestesias foram conduzidas por diferentes profissionais da especialidade, porém supervisionadas por um

único observador. A monitorização transoperatória incluiu oximetria de pulso, capnografia, eletrocardiografia e pressão arterial por métodos diretos e/ou indiretos.

Todos os procedimentos cirúrgicos foram conduzidos pelo mesmo cirurgião. Os animais foram posicionados em decúbito lateral direito, realizando-se a tricotomia e antissepsia cirúrgica da região torácica esquerda. A toracotomia foi iniciada com uma pequena incisão cutânea de 2,0 a 3,0 cm no terço médio do tórax, no 4º espaço intercostal esquerdo ou na região de maior frêmito cardiovascular (podendo encontrar-se no 5º espaço intercostal esquerdo). Posteriormente, foi realizada a divulsão da camada subcutânea e incisão dos músculos intercostais e adjacentes (grande dorsal, serrátil ventral, escaleno e oblíquo abdominal externo). Uma vez aberta a cavidade torácica, com o auxílio do afastador Gelpi de 8 cm, as costelas foram separadas e foi introduzida uma probe atraumática na porção ventral da incisão. A probe foi movimentada no sentido horário, acarretando na retroversão caudal do lobo pulmonar cranial esquerdo, permitindo melhor visualização do campo cirúrgico. Além disso, utiliza-se uma gaze estéril pequena com o intuito de manter o lobo retrovertido, impedindo que retorne à sua posição de origem ao retirar a probe. Em seguida, a pleura mediastinal e pericárdio foram seccionados com o auxílio de uma microtesoura. Na sequência, foi utilizada uma pinça oftálmica com dentes para sustentar o pericárdio e um endoscópio com ótica (4 mm de diâmetro, 17 cm de comprimento e ângulo de visão de 30°) foi inserido na cavidade torácica conectado a uma câmera de vídeo e a um monitor.

A principal referência para a identificação do ducto arterioso foi a artéria pulmonar, sendo o seu acesso realizado entre o nervo vago e o nervo frênico ventral (Figura 1). Após a identificação dessas estruturas, realizou-se a incisão logo abaixo do nervo vago, de modo que este foi isolado e rebatido dorsalmente. Na sequência, usando swabes estéreis ou uma pinça Hartmann, foi realizada a dissecção cranial, caudal e lateral do ducto. Salienta-se que a disseção medial não é realizada devido ao risco elevado de ruptura de importantes vasos, como a aorta e a artéria pulmonar. Uma vez individualizado o ducto (Figura 2A), o cirurgião adentrou com o aplicador cirúrgico padrão Weck portando um clipe hemostático de titânio em sua extremidade (Figura 2B). Em todos os pacientes foram colocados dois clipes para garantir o fechamento do ducto (Figura 2C-D).

O tamanho do clipe pode variar de acordo com o diâmetro do ducto a ser fechado, recomenda-se medium para ductos de até 6 mm e large para ductos maiores de 6mm.Depois que o ducto foi clipado, a cavidade torácica foi inspecionada, a gaze que mantinha o lobo pulmonar cranial retraído foi removida, repondo-o em sua posição anatômica e foi restabelecida a pressão negativa do tórax após toracorrafia com a inserção de um dreno torácico (sonda nasogástrica nº 14) no 10º EIC, seguindo por um túnel através do subcutâneo até adentrar o tórax no 7º EIC. A toracorrafia foi realizada por meio de suturas dos planos cirúrgicos. Os instrumentais cirúrgicos e o clipe de titânio estão ilustrados na figura 3 e 4.

Após a cirurgia, o paciente foi submetido a uma avaliação ecocardiográfica à beira-leito no centro cirúrgico para verificar a eficácia da oclusão do ducto arterioso. Após confirmar que o procedimento alcançou os objetivos desejados, o paciente foi transferido para a UTI (unidade de terapia intensiva), onde permaneceu sob monitoração por 24 horas ou mais caso fosse necessário. O dreno torácico foi removido cerca de 4 horas após a cirurgia. Durante a internação, foram avaliados parâmetros como PAS (pressão arterial sistêmica), FC (frequência cardíaca) e FR (frequência respiratória) para identificar sinais de dor. Foram utilizadas também tabelas com escalas de dor (Gasglow modificada ou de Melbourne), no entanto, neste estudo, essas tabelas não foram utilizadas, devido a não padronização entre os observadores.

1.3 ESTATÍSTICA

A estatística descritiva foi realizada usando um software disponível comercialmente GraphPad Prism (GraphPad Software, versão 9.0.1, CA, USA). O teste de Shapiro-Wilk foi usado para avaliar a normalidade. Os dados dos grupos com distribuição normal ou não normal foram expressos como média ± desvio padrão ou mediana (intervalo interquartílico), respectivamente. Os dados categóricos foram apresentados em porcentagens e proporções. As correlações entre duas viráveis foram definidas através do teste não paramétrico de Spearman. O teste Mann-Whitney U foi usado para comparar variáveis contínuas entre os dois grupos e variáveis nominais foram comparadas usando teste de Fisher. Valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

1.4 RESULTADOS

No total, 24 animais diagnosticados com PDA foram submetidos à toracoscopia por videocirurgia assistida, sendo 23 fêmeas e um macho. A idade mediana na correção cirúrgica foi de 9,5 meses (2-60 meses) e o peso corporal mediano de 2,6kg (0,8-10,1 kg). Observou-se uma diversidade significativa entre as raças atendidas, sendo 41,66% Spitz Alemão (n=10), 25% Sem Raça Definida (n=6), 12,5% Maltês (n=3), 8,33% Yorkshire Terrier (n=2). Todas as outras raças foram representadas por um único cão (4,16%), sendo essas Chihuahua, Fox Terrier Brasileiro e Pinscher. Todos os pacientes apresentavam shunt da esquerda para a direita, sopro contínuo na base cardíaca esquerda e pulso femoral hipercinético e foram diagnosticados através da ecocardiografia transtorácica.

O tempo cirúrgico mediano foi de 83 minutos (35-200 minutos). Não foi observada diferença estatística relacionando complicações transoperatórias com o tempo cirúrgico ($p<0,8539$). Durante o procedimento cirúrgico, foram observadas duas complicações, ambas relacionadas à hemorragia decorrente da ruptura do ducto. Complicações transanestésicas foram registradas em oito animais (33,3%), incluindo reflexo de Branham (16,6%), hipotensão (12,5%), hipertensão, bradicardia e arritmias (8,3% cada). Apenas um animal necessitou de reintervenção cirúrgica devido à instabilidade hemodinâmica durante a anestesia, sendo que essa ocorrência foi observada em um único paciente dentre todos os cães estudados.

A mediana do diâmetro mínimo do ducto antes da cirurgia foi de 2,5 mm (1,4 - 9,5 mm). Houve uma redução estatisticamente significativa ($p<0,001$) no diâmetro do ducto após a cirurgia. Quatro animais (4/21) apresentaram fluxo residual no exame ecocardiográfico transtorácico realizado 24 horas após o procedimento. O tempo mediano pós-operatório foi de 23,5 horas (15,4 - 50,2 horas), considerando a recuperação anestésica até a alta médica. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,5697$) na comparação do tempo de permanência na UTI entre os pacientes que apresentaram complicações transanestésicas e aqueles que não apresentaram. Os pacientem

foram mantidos em observação e monitoramento e com base no exame ecocardiográfico, e achados do exame físico e laboratoriais, não foi constatado embolia, movimentação do dispositivo ou sinais de infecção em nenhum animal. Apenas um animal apresentou complicação pós-operatória, porém essa foi resolvida sem maiores intercorrências.

De modo geral, são associados analgésicos, opioides sistêmicos e anti-inflamatórios não esteroidais na terapia medicamentosa para controle da dor pós-operatória. Os critérios para avaliação de dor durante a monitoração na UTI incluíram exame físico e aferição de parâmetros vitais, obtendo PAS média de 127 mmHg, FC média de 137 bpm e FR média de 40rpm.

A taxa de mortalidade no período peri e pós-operatório foi de 12,5% (n=3) em um total de 24 pacientes. Um animal veio a óbito durante a fase de indução anestésica, outro durante o procedimento cirúrgico e o terceiro três dias após a cirurgia, enquanto estava na UTI. Dois dos óbitos foram diretamente relacionados ao procedimento cirúrgico, devido à hemorragia resultante da ruptura do ducto arterioso, enquanto o terceiro ocorreu devido a uma instabilidade hemodinâmica durante a indução anestésica.

1.5 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a toracoscopia por videocirurgia assistida como uma abordagem cirúrgica para correção da PDA em cães. Os resultados demonstraram que essa técnica é segura e eficaz para oclusão do ducto arterioso. Os principais achados incluem a viabilidade da técnica em cães de baixo peso corporal, a redução do trauma torácico e um baixo risco de complicações pós-operatórias. Além disso, vale ressaltar que, a conhecimento dos autores, há pouca descrição detalhada dessa técnica para a correção do ducto arterioso em cães na literatura.

Estudos comparativos entre toracoscopia e oclusão transcateter demonstraram eficácia e segurança em ambas as técnicas [11]. No entanto, em animais jovens e de pequeno porte, especialmente com peso inferior a 3kg, o cateterismo arterial pode ter limitações devido ao diâmetro dos vasos sanguíneos [12]. Nesses casos, a ligadura por toracotomia tem sido recomendada como uma alternativa. Entretanto, em cães pequenos e filhotes, a

cavidade torácica é reduzida ou está em desenvolvimento, o que dificulta o acesso cirúrgico e pode resultar em intervenções mais traumáticas, além de maior risco de complicações [13]. Nesse contexto, a toracoscopia videoassistida adaptada para essas condições torna-se relevante, pois neste estudo demonstrou eficácia em cães jovens e de baixo peso corporal, que compreenderam a maioria dos pacientes.

A maioria dos pacientes incluídos no estudo eram fêmeas, com uma idade mediana de 9,5 meses. Esses resultados estão de acordo com estudos anteriores que também evidenciaram uma alta prevalência de PDA em fêmeas [4,14]. Além disso, as raças dos cães envolvidos no estudo são consistentes com as pesquisas anteriores, que frequentemente associam a essa doença a raças puras de pequeno porte [5,4]. É importante ressaltar que os cães sem raça definida também apresentaram uma prevalência significativa neste estudo (25%). Esse achado está em concordância com outros estudos [4,14] e pode ser atribuído à alta casuística de cães sem raça definida atendidas no hospital veterinário onde foi realizado o estudo.

Todos os animais foram submetidos à toracoscopia por videocirurgia utilizando uma ótica de ângulo de visão de 30°. Essa técnica proporciona um amplo campo de visão ao cirurgião, melhorando a visibilidade e reduzindo o risco de lesões em órgãos e estruturas adjacentes [15]. As incisões cirúrgicas realizadas foram menores que 2 cm, o que é vantajoso em comparação à toracotomia que requer incisões maiores [7]. A abordagem por acesso único envolve apenas um pequeno orifício no tórax, permitindo a manipulação dos instrumentais e da ótica nesse espaço restrito. A menor incisão resulta em menor trauma tecidual, reduzindo o desconforto e a dor pós-operatória [9, 10]. Nos pacientes avaliados, a PAS, FC e FR estavam dentro da normalidade, confirmando menor manifestação de dor. Além disso, o tempo de internação hospitalar foi inferior a 24 horas, indicando uma recuperação mais rápida dos animais.

A ecocardiografia transtorácica foi precisa na mensuração do diâmetro mínimo do ducto e na seleção do dispositivo em todos os pacientes. Estudos em humanos demonstraram que a ecocardiografia transtorácica é comparável à angiotomografia na avaliação do tamanho do ductal [16,17]. Esses achados em concordância com os nossos resultados, indicam que a ecocardiografia é uma

opção viável, oferecendo um diagnóstico seguro e rápido, sem necessidade de anestesia e exposição à radiação que são exigidas em outras técnicas.

A mediana do diâmetro ductal mínimo observado foi de 2,5 mm, valor semelhante ao encontrado em uma pesquisa utilizando cateterismo em cães [18]. Um estudo que utilizou hemoclipes em cães não recomenda o uso desse dispositivo em pacientes com diâmetro superior a 11 mm, devido ao tamanho limitado desse dispositivo e ao risco de não oclusão do ducto [9]. No presente estudo, nenhum dos pacientes apresentou um diâmetro acima desse tamanho, o que pode ter contribuído para os resultados positivos obtidos. Além disso, observou-se uma redução estatisticamente significativa ($p<0,001$) no diâmetro do ducto em relação ao período pré-operatório, demonstrando a eficácia da técnica na oclusão do ducto.

Há uma ampla variação no tempo cirúrgico descrita na literatura para a correção do ducto arterioso por videocirurgia. Neste estudo, o tempo cirúrgico mediano foi de 83 minutos, o que foi menor em comparação a procedimentos por cateterismo [19, 20], possibilitando menor tempo de exposição à anestesia. Não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) no tempo de cirurgia entre os animais que passaram por complicações perioperatórias e os animais que não apresentaram complicações, sugerindo que tais complicações foram corrigidas rapidamente ou não afetaram as habilidades do cirurgião. Vale ressaltar que o tempo cirúrgico mediano foi maior em comparação a outros estudos em humanos que utilizaram a mesma técnica [21, 22], possivelmente devido à experiência do cirurgião, acesso por uma pequena incisão e características do paciente, como o tamanho e baixo peso corporal.

As altas hospitalares foram alcançadas em um tempo mediano de 23,3 horas, o que representa uma redução significativa em comparação a outras técnicas, como a toracotomia, que requer uma média de quatro dias de internação [23]. Em uma pesquisa retrospectiva utilizando o fechamento toracoscópico videoassistido em humanos, foi observado período de internação médio de 21 horas, tempo semelhante a este estudo [21]. Não houve relação entre os animais que apresentaram complicações com maior permanência no ambiente hospitalar ($p<0,5697$). Isso sugere que as complicações foram resolvidas rapidamente e/ou não foram graves o suficiente para causar instabilidade hemodinâmica nos animais. Além disso, a alta hospitalar precoce

pode estar associada a uma melhor possibilidade de sobrevivência, uma vez que evita eventos infecciosos.

A toracoscopia por videocirurgia apresenta uma vantagem significativa em termos de custo-benefício. Os clipes de titânio utilizados são de baixo custo e mais acessíveis em comparação aos dispositivos utilizados no cateterismo. A conhecimento dos autores, o custo da toracoscopia corresponde a aproximadamente 1/3 dos procedimentos realizados por cateterismo. Em comparação com a ligadura cirúrgica, os custos são semelhantes, porém os pacientes apresentam uma recuperação mais rápida, resultando em menor tempo de internação e redução dos custos hospitalares. Esses fatores contribuem para a diminuição do custo total da cirurgia e facilitam a adesão dos tutores ao procedimento. Além disso, a toracoscopia não requer angiotomografia para diagnóstico nem fluoroscopia durante o procedimento, o que reduz os custos e os riscos associados a esses exames.

A complicação cirúrgica mais grave na correção do ducto arterioso estão frequentemente associadas a ruptura do ducto arterioso ou de um grande vaso com consequente hemorragia [24]. Neste estudo, duas complicações ocorreram devido à ruptura do canal arterioso durante a dissecação, resultando em hemorragia torácica difusa e conversão para toracotomia convencional. No entanto, apesar das tentativas de estabilização, ambos os pacientes evoluíram para óbito, um durante o procedimento e outro, três dias após a cirurgia. Adicionalmente, foram observados fluxos residuais em quatro pacientes. É importante destacar que fluxos residuais são comumente relatados em procedimentos de videocirurgia [25, 26]. No entanto, assim como em estudos anteriores, esses fluxos residuais foram considerados hemodinamicamente insignificantes e não necessitaram de reintervenção cirúrgica.

Em quatro animais (16%) submetidos à intervenção, observou-se o reflexo de Branham. Esse efeito é caracterizado por um intenso episódio de hipertensão arterial e bradicardia após o pinçamento do ducto arterioso. Trata-se de uma resposta cardiovascular comumente observada nessa cirurgia, manifestando-se cerca de 20 minutos após a oclusão do ducto [27, 28]. No entanto, quando não corrigidas, podem trazer consequências hemodinâmicas graves e levar o animal ao óbito. Entre esses animais, apenas um apresentou

maiores complicações, exigindo intervenção farmacológica e manobras de reanimação cardiopulmonar.

Outras complicações transanestésicas, como hipotensão, hipotermia e bradicardia, foram observadas, porém, corrigidas e os animais apresentaram resposta favorável. Essas complicações são frequentemente mencionadas em estudos anteriores e muitas vezes associadas aos fármacos ou períodos anestésicos mais longos [29]. Entre todos os animais, apenas um cão apresentou bradicardia e hipotensão durante a indução anestésica. Foram realizados ajustes no plano anestésico e intervenções farmacológicas, no entanto, o animal evoluiu para óbito.

Quanto às complicações pós-operatórias, apenas um animal apresentou um quadro hipertensivo e taquicardia persistente, que foram corrigidas e o animal ficou estável. Diante desse resultado, a oclusão do ducto por meio de videocirurgia mostrou ser uma técnica segura e com baixo risco de complicações pós-operatórias em comparação a outras técnicas.

A taxa de mortalidade observada foi de 8,3% (n=3), sendo superior em comparação a outros estudos que utilizaram a toracoscopia videocirurgia assistida em humanos. A principal causa de mortalidade nos animais foi a hemorragia decorrente da ruptura do ducto. Outros estudos também identificaram a hemorragia como principal complicação, porém sem taxa de mortalidade [30]. Vale ressaltar que essa taxa pode estar superestimada devido ao pequeno número de animais incluídos no estudo.

As limitações desse estudo estão associadas ao protocolo anestésico, visto que, não houve padronização durante os procedimentos, podendo resultar em diferentes tempos de cirurgia e recuperação do paciente. Além disso, trata-se de um estudo retrospectivo, em que não foram padronizados os exames complementares, possibilitando que algum animal tenha apresentado uma comorbidade não identificada que pode ter contribuído para as complicações perioperatórias. Por fim, a população do estudo é pequena, são necessários outros estudos para fornecer informações adicionais e complementares sobre essa técnica.

1.6 CONCLUSÕES

A toracotomia videoassistida é uma técnica que permite a oclusão bem-sucedida do ducto arterioso em cães. Sua abordagem tem como objetivo superar a limitação de outros métodos de correção. É um método de tratamento eficaz e com baixo risco de complicações em cães jovens e de baixo peso corporal, sendo uma técnica promissora a ser considerada na prática da medicina veterinária.

1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Buchanan JW, Patterson DF. Etiology of Patent Ductus Arteriosus in Dogs. Journal Of Veterinary Internal Medicine 2003; 17:167-171.

[2] Beijerink NJ, Oyama MA, Bonagura, JD. Congenital Heart Disease. In: Ettinger SJ, Feldman EC, Côté E. Teextbook of Veterinary Internal Medicine: Disease of the dog and the cat. 8 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016, p. 2952-3070.

[3] Ware WA. Anomalias Cardíacas Congênitas Comuns. In: Nelson RW, Couto CG. Medicina Interna de Pequenos Animais. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006, p. 147-163.

[4] Brambilla PG, Polli M, Pradelli D, Papa M, Rizzi R, Bagardi M, Bussadori C. Epidemiological study of congenital heart disease in dogs: Prevalence, popularity and volatility throughout twenty years of clinical practice. Plos One 2020; 15:1-17.

[5] Saunders AB, Gordon SG, Boggess MM, Miller MW. Long-term outcome in dogs with patent ductus arteriosus: 520 cases (1994-2009). J Vet Intern Med 2014; 28:401 10.

[6] Pelosi A, Orton C. Cardiovascular System - Cardiac Surgery. In: Johnston SP, TOBIAS KA. Veterinary Surgery. Elsevier Health Sciences; 2017, p. 2049-2084.

[7] Fossum TW. Cirurgia do Sistema Cardiovascular. In: Fossum TW. Cirurgia de Pequenos Animais. Elsevier Editora Ltda; 2007, p. 775-816.

[8] Broaddus K, Tillson M. Patent ductus arteriosus in dogs. Compend Contin Educ Vet 2010; 32:1-14.

[9] Borenstein N, Behr L, Chetboul V, Tessier D, Nicole A, Jacquet J, Laborde F. Minimally invasive patent ductus arteriosus occlusion in 5 dogs. Vet Surg 2004; 33:309-313.

[10] Santos IFC, Apolonio E, Gallina M, Souza P, Nishimaru R, Almeida K, Pereira G, Sakata S. Videocirurgia em cães e gatos - Revisão de Literatura. Veterinária e Zootecnia 2020; 27:1-16.

[11] Liem NT, Tung CV, Van Linh N, Tuan TM, Quang le H, Tu TT. Outcomes of thoracoscopic clipping versus transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus: randomized clinical trial. J Pediatr Surg 2014; 2:363-6.

[12] Nguyenba TP, Tobias AH. The Amplatz canine duct occluder: a novel device for patent ductus arteriosus occlusion. J Vet Cardiol 2007; 9:109-17.

[13] Ranganathan B, Leblanc NL, Scollan KF, Townsend KL, Agarwal D, Milovancev M. Comparison of major complication and survival rates between surgical ligation and use of a canine ductal occluder device for treatment of dogs with left-to-right shunting patent ductus arteriosus. J Am Vet Med Assoc 2018; 253:1046-1052.

[14] Lucina SB, Sarraff AP, Wolf M, Silva VBC, Sousa MG, Froes TR. Congenital Heart Disease in Dogs: A Retrospective Study of 95 Cases. Top Companion Anim Med 2021; 43: 100505.

[15] Bawazir OA. Thoracoscopy in pediatrics: Surgical perspectives. Ann Thorac Med 2019; 4:239-247.

[16] Paudel G, Johnson JN, Philip R MD, Tailor N, Fahnhorst S, Medina MB, Stecchi N, Waller RB, Sathanandam S. Echocardiographic versus Angiographic Measurement of the Patent Ductus Arteriosus in Extremely Low Birth Weight Infants and the Utility of Echo Guidance for Transcatheter Closure. J Am Soc Echocardiogr 2021; 34:1086-1094.

[17] Wanhua C, Xiaoping Y, Yu H, Xudong S, Ling Z, Jinguo L, Hua C, Huiying Z, Lianglong C. Transthoracic echocardiography as an alternative major guidance to angiography during transcatheter closure of patent ductus arteriosus: technical feasibility and clinical relevance. Pediatr Cardiol 2015; 36:14-9.

[18] Rathke J, Menezes HS, Rossi-Filho RI, Manica JLL. Percutaneous occlusion of persistent ductus arteriosus. Rev Bras Cardiol Invasiva 2014; 4:364–8.

[19] Wang K, Pan X, Tang Q, Pang Y. Catheterization therapy vs surgical closure in pediatric patients with patent ductus arteriosus: a meta-analysis. Clin Cardiol 2014; 3:188-94.

[20] Liem NT, Tung CV, Van Linh N, Tuan TM, Quang le H, Tu TT. Outcomes of thoracoscopic clipping versus transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus: randomized clinical trial. J Pediatr Surg 2014; 49:363-6.

[21] Nezafati MH, Soltani G, Mottaghi H, Horri M, Nezafati P. Video-assisted thoracoscopic patent ductus arteriosus closure in 2,000 patients. Asian Cardiovasc. Thorac. Ann 2011; 19:393-398.

[22] Velho GCM, Gouveia ALB, Pinto ABA, Levy JGMCB, Jorge MM, Trindade AV, Amaral ACD. Thoracoscopy in the treatment of persistent arterial ductus arteriosus in neonates. Rev Assoc Med Bras 2021; 67:1361-1367.

[23] Zulqarnain A, Younas M, Waqar T, Beg A, Asma T, Baig MA. Comparison of effectiveness and cost of patent ductus arteriosus device occlusion versus surgical ligation of patent ductus arteriosus. Pak J Med Sci 2016; 32:974-7.

[24] Goodrich KR, Kyles AE, Kass PH, Campbell F. Retrospective comparison of surgical ligation and transarterial catheter occlusion for treatment of patent ductus arteriosus in two hundred and four dogs (1993-2003). Vet Surg 2007; 36:43-9.

[25] Stankowski T, Aboul-Hassan SS, Seifi-Zinab F, Fritzsche D, Misterski M, Sazdovski I, Marczak J, Szymańska A, Szarpak L, Ruetzler K, Ahuja S, Perek B. Descriptive review of patent ductus arteriosus ligation by video-assisted thoracoscopy in pediatric population: 7-year experience. J Thorac Dis 2019; 11:2555-2563.

[26] Villa E, Vanden Eynden F, Le Bret E, Folliguet T, Laborde F. Paediatric video-assisted thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus: experience in more than 700 cases. Eur J Cardiothorac Surg 2004; 25: 387–393.

[27] Madruga FL, Pereira YM, Panti A, Handel I, Culshaw G. Branham sign in dogs undergoing interventional patent ductus arteriosus occlusion or surgical ligation: A retrospective study. Open Vet J 2021; 11:603-612.

[28] De Monte V, Staffieri F, Caivano D, Nannarone S, Birettoni F, Porciello F, Di Meo A, Bufalari A. Heart rate and blood pressure variations after transvascular patent ductus arteriosus occlusion in dogs. Res Vet Sci 2017; 113:73-78.

[29] Parisi C, Phillips V, Ferreira J, Linney C, Mair A. Anaesthetic management and complications of transvascular patent ductus arteriosus occlusion in dogs. Vet Anaesth Analg 2020; 47:581-587.

[30] Mandhan P, Brown S, Kukkady A, Samarakkody U. Surgical closure of patent ductus arteriosus in preterm low birth weight infants. Congenit Heart Dis 2009; 4:34-7.

[31] Burke RP. Thoracoscopic Approach to Patent Ductus Arteriosus Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery; 2007; 12:250 – 256.

.

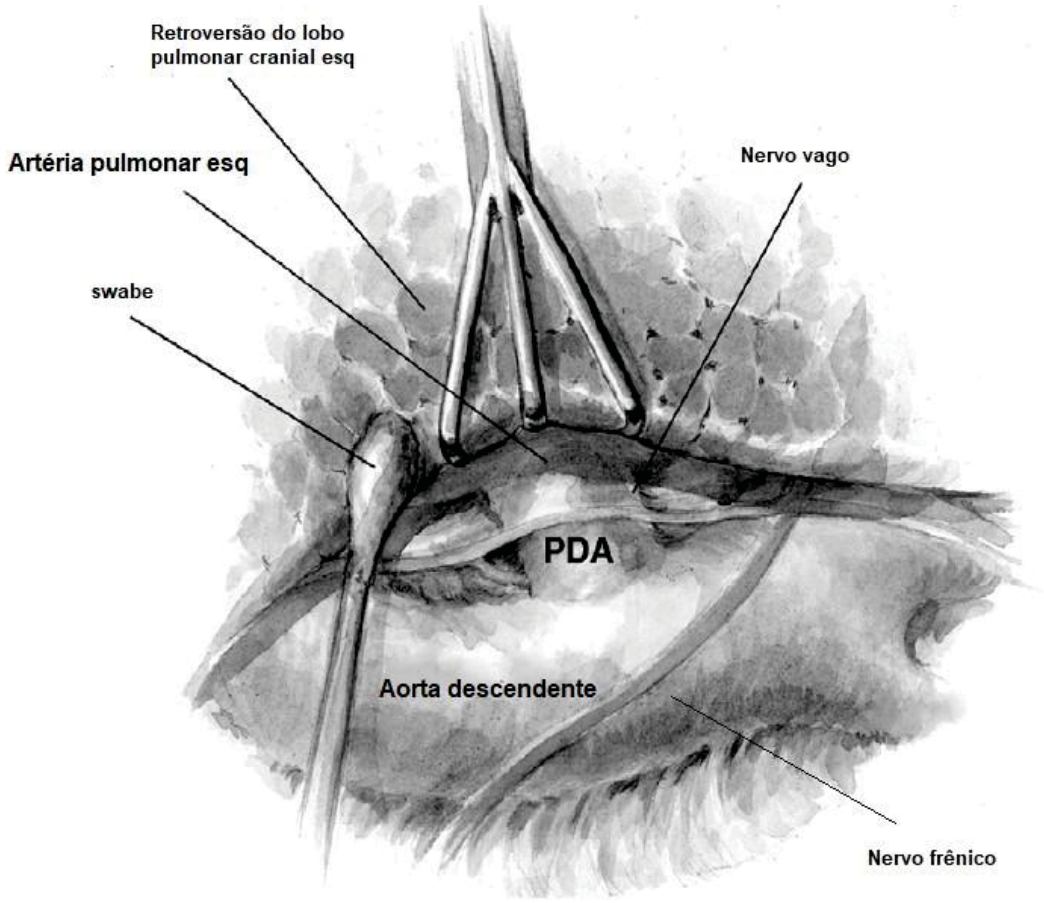


Figura 1. O campo de visão é ampliado com o auxílio do afastador e lobo pulmonar cranial esquerdo retraído caudalmente. Usou-se a artéria pulmonar como ponto de referência, sendo o seu acesso realizado entre o nervo vago e o nervo frênico. PDA = Persistência do ducto arterioso. Adaptado de Burke RP, 2007 [31].

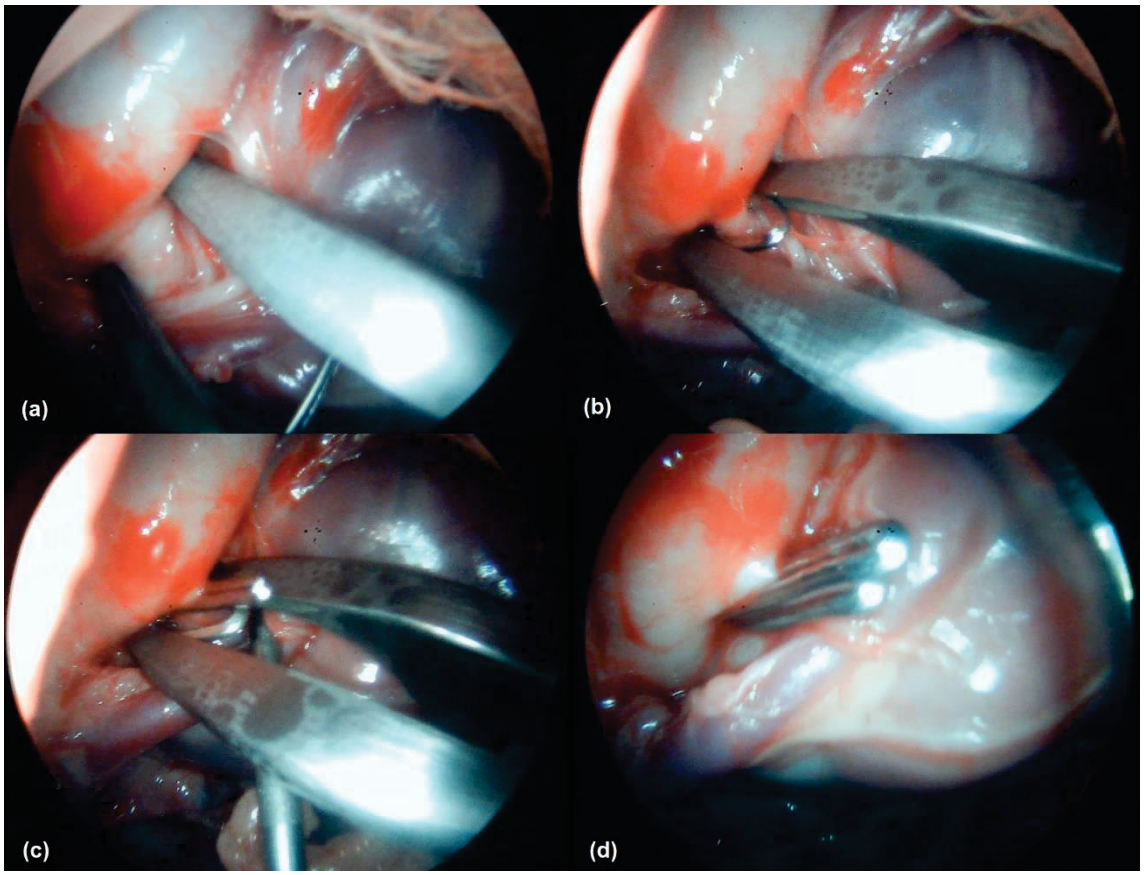


Figura 2. Visão toracoscópica videoassistida intraoperatória da persistência do ducto arterioso. (a) Ducto sendo individualizado; (b) primeiro clipe sendo colocado com o auxílio do aplicador cirúrgico; (c) colocação do segundo clipe; (d) visualização dos dois clipes ocluindo o ducto arterioso.

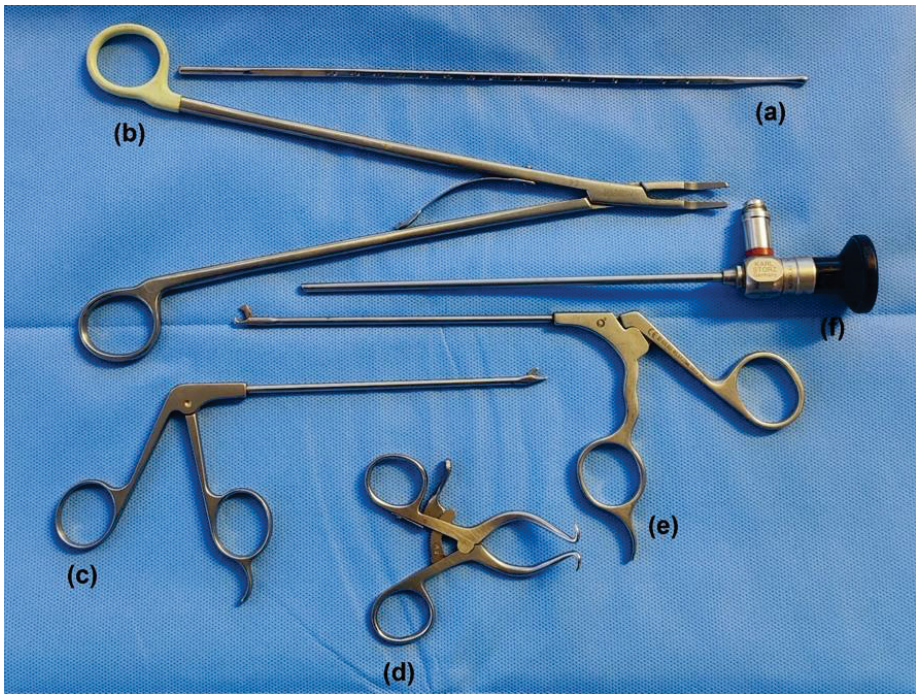


Figura 3. Instrumentais cirúrgicos utilizados na correção do ducto arterioso por toracoscopia videoassistida; (a) probe atraumática; (b) aplicador padrão Weck; (c) pinça Hartamnn, (d) afastador Gelpi, (e) microteosura, (f) endoscópio.

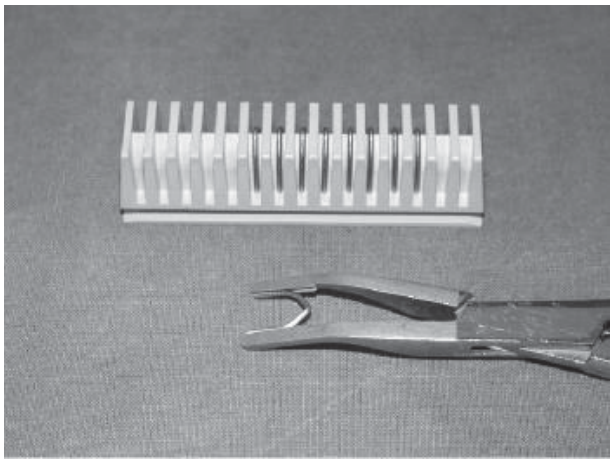


Figura 4. Clipe de titânio.

2 CAPÍTULO 2: PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS E PROGNÓSTICO EM CÃES COM PERSISTÊNCIA DO DUCTO ARTERIOSO SUBMETIDOS À CORREÇÃO POR TORACOSCOPIA VIDEOASSISTIDA

Resumo

Objetivo: comparação dos parâmetros ecocardiográficos em três momentos distintos e avaliar suas implicações a curto e longo prazo em cães submetidos à correção cirúrgica para a persistência do ducto arterioso.
Animais, material e métodos: Estudo retrospectivo. Foram revisados prontuários e parâmetros ecocardiográficos em três diferentes tempos de vinte e quatro cães com persistência do ducto arterioso, shunt esquerdo-direto e corrigidos através da toracoscopia videoassistida em cães.
Resultados: Foram incluídos no estudo 23 cães, predominantemente composta por fêmeas (23/24), com idade mediana de 9,5 meses e peso corporal mediano de 2,6 kg. Diversas raças foram observadas, com predominância de Spitz Alemão (41,66%). Observou-se uma redução significativa de vários parâmetros ecocardiográficos envolvendo remodelamento cardíaco e avaliação volumétrica após a cirurgia. Houve redução dos parâmetros de função sistólica imediatamente após correção. Quatro animais apresentaram fluxo residual. A idade não mostrou correlação com esses parâmetros, enquanto o peso correlacionou-se negativamente com a função sistólica. A taxa de mortalidade foi de 12,5%, sendo dois óbitos relacionados à hemorragia. A sobrevida mediana foi de 917,5 dias. Correlações significativas foram encontradas entre vários parâmetros ecocardiográficos, especialmente relacionados ao remodelamento, volume e ampola ductal.
Conclusões: A correção do ducto arterioso resultou em melhorias significativas nos parâmetros ecocardiográficos. A idade dos animais correlacionou-se positivamente com melhores resultados, ressaltando a importância da intervenção precoce. Ademais, o diâmetro da ampola foi identificado como um possível indicador de remodelamento cardíaco e sobrecarga volumétrica.

Palavras-chave: congênita; ducto arterioso; canino; remodelamento, ampola ductal

2.1 INTRODUÇÃO

O ducto arterioso é uma estrutura vascular que permite a passagem do sangue da artéria pulmonar para a aorta, sem necessidade de ser oxigenado pelo pulmão durante a vida fetal [1,2]. Após o nascimento, alterações hemodinâmicas permitem o fechamento do ducto. No entanto, falhas na constrição da musculatura e fechamento desse canal podem desencadear sua patência [1]. Essa condição é uma das cardiopatias congênitas mais comuns em cães [3]. Embora as raças afetadas possam variar conforme a região geográfica, é frequentemente observada em raças puras de pequeno porte, como Bichon Frise, Chihuahua, Poodle, Spitz Alemão, Maltês e Yorkshire. No entanto, também pode ocorrer em cães sem raça definida e de porte maior. É mais prevalente em fêmeas, com uma incidência três vezes maior do que em machos [3, 4, 5].

A comunicação clássica permite o fluxo da aorta (esquerda) para a artéria pulmonar (direita) devido às diferenças de pressão [3]. O hiperfluxo pulmonar e a sobrecarga de volume desencadeiam consequências para o coração, a depender do diâmetro do ducto, bem como manifestações clínicas. Em pacientes com ductos de maior diâmetro, espera-se dilatação do tronco pulmonar, fluxo contínuo e turbulento na artéria pulmonar, dilatação das câmaras cardíacas esquerdas. Por fim, pode ocorrer, em longo prazo, disfunção sistólica [3,4].

O exame ecocardiográfico é considerado padrão ouro para diagnóstico, através deste, é possível chegar ao diagnóstico definitivo e avaliar as repercussões hemodinâmicas, bem como decidir sobre a realização do procedimento cirúrgico pra correção do ducto. O ducto arterioso pode ser identificado através da janela paraesternal direita e cranial esquerda, a medição do óstio e da ampola do ducto são importantes no planejamento cirúrgico e na escolha do dispositivo que será usado no procedimento [1,6].

O tratamento definitivo dessa condição envolve a oclusão do ducto por ligadura cirúrgica ou oclusão percutânea [3,7]. A escolha da técnica é baseada em diversos fatores, incluindo o porte do animal e características anatômicas do ducto. Neste estudo, todos os animais foram submetidos à correção por

toracoscopia videoassistida, um método minimamente invasivo, associado a baixo risco de complicações e menor período de internação [8,9]. Embora amplamente utilizada em humanos, especialmente em neonatos e crianças [9], essa técnica é pouco descrita na prática veterinária [10].

Considerando a prevalência da persistência do ducto arterioso em cães, bem como a inexistência de estudos que tenham avaliado os resultados da intervenção vídeo-cirúrgica em longo prazo, este estudo teve como o objetivo analisar as variações no remodelamento cardíaco, descrever as implicações dessa técnica a curto e longo prazo, bem como identificar fatores prognósticos em cães submetidos à correção por toracoscopia videoassistida do referido canal.

2.2 ANIMAIS, MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo longitudinal, de caráter retrospectivo. Foram selecionados cães com diagnóstico de persistência do ducto arterioso a partir da análise de prontuários de um serviço de cardiologia em um hospital veterinário escola, entre março de 2023 e dezembro de 2023. O diagnóstico da persistência do ducto arterioso foi estabelecido com base em critérios clínicos e na confirmação ecocardiográfica. Diversos médicos veterinários estiveram envolvidos com os procedimentos de diagnóstico. Foram considerados critérios de inclusão o diagnóstico de persistência do ducto arterioso (PDA) e a reavaliação de intervenção para oclusão do canal por procedimento vídeo-cirúrgico. Ademais, considerou-se como critério de exclusão a inexistência de exame ecocardiográfico em momento posterior ao procedimento de correção, bem como a identificação de dados incompletos nas fichas clínicas.

O diagnóstico da persistência do ducto arterioso foi baseado em histórico, exame físico, além dos achados ecocardiográficos [3, 11]. A partir da análise dos prontuários, foram obtidos dados demográficos dos pacientes selecionados para o estudo (idade, raça, sexo, peso corporal), características clínicas (presença ou ausência de sinais clínicos atribuídos à cardiopatia), achados do exame físico (presença de sopro, características do sopro, características do pulso periférico) e tratamento farmacológico.

A ecocardiografia transtorácica foi realizada em três diferentes tempos, anteriormente ao procedimento cirúrgico (T0), entre 24 e 48 horas (T1) e a partir de 7 dias após oclusão (T2). Os exames ecocardiográficos pré e pós operatório imediato (T0 e T1) foram realizados por um único Médico Veterinário, especializado em Cardiologia, seguindo recomendações da American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) e da Academy of Veterinary Cardiology [12]. Para tanto, foram obtidas imagens bidimensionais, em modo M e Doppler utilizando-se de transdutores de frequência apropriada ao porte paciente (2 a 12 MHz)[a]. Os exames pós-operatórios (T2) foram realizados em equipamentos diversos por operadores variáveis. Todos os exames foram realizados apenas empregando-se leve contenção física dos animais.

Durante o exame, os cães foram posicionados em decúbito lateral, sendo então obtidas imagens pelas janelas paraesternal direita e paraesternal esquerda apical e cranial. A caracterização morfológica do ducto arterioso envolve a mensuração do diâmetro ductal mínimo (óstio pulmonar) e o diâmetro da ampola [13, 14]. O fluxo turbulento da aorta descendente para a artéria pulmonar principal pode ser observado por meio do Doppler colorido, sendo visível em qualquer janela, desde que a artéria pulmonar seja individualizada [14]. O ducto é identificado como uma estrutura hipoecoica entre a artéria pulmonar principal (próximo da sua bifurcação) e a aorta [15, 16]. O Doppler colorido auxilia na localização do ducto, o jato origina-se no lado direito da imagem, na região próxima à bifurcação da artéria pulmonar e flui em direção a válvula pulmonar, recomenda-se congelar uma imagem e remover o Doppler colorido para melhor identificação do ducto (Figura 1). A mensuração do diâmetro ductal mínimo ocorre na entrada da artéria pulmonar, e o diâmetro da ampola é mensurado antes do estreitamento [17, 18, 19, 20] (Figura 2A). Ademais, para caracterizar o fluxo através do referido canal, procurou-se obter imagens que possibilitassem um alinhamento ideal (< 15º) com o cursor Doppler. Dessa forma, foram registradas a velocidades máxima (sistólica) e mínima (diastólica) entre aorta e artéria pulmonar, sendo subsequentemente calculado, pela equação de Bernoulli, gradiente máximo e mínimo entre os dois vasos (Figura 2B).

Do lado direito, obtiveram-se imagens transversais ao nível do músculo papilar e/ou cordas tendíneas em modo B e modo M, as quais foram utilizadas

para mensurar o diâmetro interno do ventrículo esquerdo (VE) no final da diástole e da sístole, a espessura do septo interventricular ao final da diástole e sístole, a espessura da parede livre do VE ao final da diástole e sístole. Com esses dados também foram calculados os volumes diastólicos finais e sistólicos finais do VE pelo método de Teichholz, a fração de ejeção e a fração de encurtamento. Ademais, valendo-se de imagens transversais na altura da base cardíaca, foi mensurado o diâmetro do átrio esquerdo (AE) e o diâmetro aórtico (Ao) ao final da sístole ventricular, sendo então calculada a relação entre ambos (AE/Ao). Ainda na base cardíaca, em plano aórtico ou pulmonar, procedeu-se a análise da via de saída do ventrículo direito, onde foi então mensurado, via Doppler espectral, a velocidade do fluxo sanguíneo [14]. Devido à ausência de um valor de referência específico para remodelamento cardíaco nesta doença, foram adotados parâmetros da doença mixomatosa da valva mitral. Corações com valores de AE/Ao ≥1,6 e DIVEDn ≥1,71 foram considerados remodelados [21]. Os volumes diastólicos e sistólicos finais do VE foram indexados pela área de superfície corporal [14, 22]. Os diâmetros do ventrículo esquerdo em diástole e sístole foram normalizados ao peso do animal [23].

Pela janela paraesternal esquerda obtiveram-se as imagens apicais 4 e 5 câmeras, as quais permitiram avaliar, com Doppler espectral, a velocidade do fluxo sanguíneo nas vias de entrada (fluxo mitral) e saída (fluxo aórtico) do ventrículo esquerdo e índices de velocidade de entrada mitral através do doppler pulsado, bem como o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV). Além disso, empregando-se o modo-M, foi avaliada a excursão sistólica do plano anular tricúspide (TAPSE); utilizando o Doppler tecidual, registraram-se as velocidades do anel mitral (ondas E’ e A’). Ocasionalmente a imagem cranial da via de saída do ventrículo direto foi utilizada para melhor caracterizar a morfologia e a velocidade do fluxo da artéria pulmonar [14].

Durante o exame ecocardiográfico, o ritmo cardíaco foi monitorado por meio do traçado eletrocardiográfico (ECG) simultâneo. Além disso, os animais também foram obtidos nos prontuários os dados dos exames laboratoriais pré-operatórios (hemograma, e bioquímica sérica). A oclusão do ducto arterioso foi realizada por toracoscopia videoassistida. Em síntese, a técnica envolve uma pequena incisão na parede torácica esquerda para introdução de uma câmera,

instrumentos cirúrgicos e aplicação de clipes para interromper o ducto arterioso [24].

2.3 ESTATÍSTICA

A estatística descritiva foi realizada usando um software disponível comercialmente GraphPad Prism (GraphPad Software, versão 9.0.1, CA, USA). O teste de Shapiro-Wilk foi usado para avaliar a normalidade. Os dados dos grupos com distribuição normal ou anormal foram expressos como média ± desvio padrão ou mediana (intervalo interquartílico), respectivamente. Os dados categóricos foram apresentados em porcentagens e proporções. As correlações entre duas variáveis foram definidas através do teste não paramétrico de Spearman. Para análise dentre dois grupos foram realizados Test t de Student para dados paramétricos e Mann-Whitney U para dados não paramétricos. Para análise de variâncias entre três ou mais grupos, foram utilizados os testes de One-Way ANOVA seguido do pós-teste de Tukey (dados paramétricos) ou testes de Kruskal Wallis seguido do pós-teste de Dunn (dados não-paramétricos). Para as variáveis ecocardiográficas convencionais que se correlacionaram com as variáveis específicas foram plotadas as curvas ROC para identificação dos valores de corte, com seus respectivos valores de sensibilidade e especificidade, na identificação de sinais de agravamento de alterações ecocardiográficas. Curvas Kaplan-Meier foram construídas para análise de sobrevivência e probabilidade de óbito. Para essas análises, foram censurados os animais que evoluíram à óbito ou aqueles em que não se obteve essas informações. Valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

2.4 RESULTADOS

No total, 24 animais diagnosticados com PDA foram submetidos à toracoscopia por videocirurgia assistida, sendo 23 fêmeas e um macho. A idade mediana na correção cirúrgica foi de 9,5 meses (2-60 meses) e o peso corporal mediano de 2,6kg (0,8-10,1 kg). Observou-se uma diversidade significativa entre as raças atendidas, sendo 41,66% Spitz Alemão (n=10), 25% Sem Raça Definida (n=6), 12,5% Maltês (n=3), 8,33% Yorkshire Terrier (n=2). Todas as outras raças

foram representadas por um único cão (4,16%), sendo essas Chihuahua, Fox Terrier Brasileiro e Pinscher. Um animal foi excluído do estudo devido à perda de exames e impossibilidade de contator com o tutor. Todos os pacientes apresentavam shunt da esquerda para a direita, sopro sistólico contínuo na base cardíaca esquerda e pulso femoral hipercinético e foram diagnosticados através da ecocardiografia transtorácica. A ecocardiografia no T0 foi realizada algumas horas antes do procedimento, no T1 entre 24-48 horas após oclusão e no T2 a partir de 7 dias após oclusão, variando de 7 a 780 dias.

Os protocolos anestésicos variaram de acordo com a individualidade e particularidade de cada animal. Todos os procedimentos cirúrgicos foram conduzidos pelo mesmo cirurgião. No período pós operatório todos os animais eram encaminhados para a pacientes permaneceram na UTI para monitoração e recebiam alta no dia seguinte, a menos que tivesse alguma intercorrência. Recomendava-se que a ecocardiografia de acompanhamento fosse realizada inicialmente em três a seis meses. No entanto, esse período foi muito variável entre os animais, devido a condições financeiras do tutor e/ou indisponibilidade de viajar.

Sinais clínicos foram descritos em 56,5% (n=13) dos cães, e incluíam tosse (5/13), cansaço fácil (6/13), sincope (4/13), cianose (3/13), apatia (3/13). Dificuldade respiratória foi relatada em 1 cão e acúmulo de líquido abdominal em 1 cão. Apenas um animal permaneceu com sintomatologia após a cirurgia, porém em menor intensidade. Não foi observada diferença estatística comparando os parâmetros ecocardiográficos em animais sintomáticos e assintomáticos ($p > 0,05$). Arritmias foram identificadas em 17% dos animais (4/23) na apresentação e incluíram taquicardia sinusal (3/4) e fibrilação atrial com taquicardia ventricular paroxística (1/4). O cão com fibrilação atrial apresentava sinais clínicos de insuficiência cardíaca congestiva.

Dezesseis dos 23 (69,5%) cães estavam recebendo tratamento medicamentoso no momento da apresentação, incluindo pimobendan (10/16), inibidores da enzima conversora de angiotensina (6/16), furosemida (6/16), espironolactona (1/16), sildenafil (1/16), hidralazina (1/16) e amiodarona (1/16). Apenas quatro animais continuaram fazendo uso de medicações no período de acompanhamento. Foi realizada uma comparação entre as variáveis ecocardiográficas no T0 entre animais tratados e não tratados e observados

resultados nos parâmetros de sobrecarga volumétrica e função diastólica. Os resultados estão representados na tabela 3.

As medianas e comparações entre as variáveis ecocardiográficas nos diferentes tempos estão listados na tabela 1. Comparando as variáveis ecocardiográficas nos três diferentes tempos, houve diferença significativa (p <0,05) na relação AE/Ao, DIVEDn, FS, ondas E, A, A', relação E/TRIV e fluxo aórtico. Dentre essas variáveis, observou-se redução significativa (p< 0,05) de todos os parâmetros ecocardiográficos em relação ao T0 x T1, com exceção da relação AE/Ao, que apresentou diferença apenas entre T0 x T2.

A mediana do diâmetro mínimo do ducto antes da cirurgia foi de 2,5 mm (0,8– 6,9) e da ampola 5,3 mm (1,5 – 18,2). Houve uma redução significativa (p <0,001) no diâmetro do ducto e da ampola após a cirurgia (Figura 3). Quatro animais (4/20) apresentaram fluxo residual após correção (Figura 4). As medianas das variáveis específicas estão representadas na tabela 2.

Remodelamento cardíaco estava presente em 89,9% (20/23) dos animais em T0. Foi observada redução significativa da relação AE/Ao e do DIVEDn quando esses parâmetros foram comparados nos diferentes tempos. As alterações desses parâmetros estão representadas na figura 5 e 6. Observou-se redução significativa da FS em T1 (p=0,0187). Foi evidenciada alteração no padrão de enchimento do VE em 17,4% (4/23) dos animais no período pré-operatório. Dentre os parâmetros de função diastólica, foi observada diferença significativa (p<0,05) ao comparar as ondas E, A e E' nos três diferentes tempos de exame. Houve leve aumento das relações E/A, E'/A', E/E' no T1 e, posteriormente, redução em T2, no entanto não houve diferença significativa (p>0,05) comparando esses parâmetros nos três tempos. Não houve correlação das variáveis ecocardiográficas com a idade. Por sua vez, observou-se correlação negativa da FS e FE com o peso dos animais (r: 04969, p=0,0159; r: -0,5242, p=0,0102).

Foi constatada correlação positiva entre o DMD e DIVEDn (r:0,5078, p=0,0134), ondas E (r:0,5756, p=0,005) e A (r:0,5334, p=0,0106). Já o DA correlacionou-se positivamente com AE/Ao (r: 0,6963, p=0,0013), DIVEDn (r:0,6815, p=0,0018), DIVESn (r:0,5129, p=0,0295), VDFi (r:0,818, p=0,0019), VSFi (r: 0,6573, p= 0,0238), E-septo (r:0,626, p= 0,0083), onda E (r:0,5803; p=0,0116) e fluxo aórtico (r:0,6205; p= 0,0060) e negativamente com FS (r:-

0,4729, p=0,0475). A velocidade sistólica e diastólica do fluxo através do ducto correlacionou-se positivamente com a relação AP/Ao (r:0,7851, p=0,0021; r:0,6198, p=0,0265 respectivamente). Não houve correlação da idade com os parâmetros ecocardiográficos e observou-se correlação negativa da FS e FE em relação ao peso (r: -0,4969, p=0,0159, r:-0,5242, p=0,0102). Os resultados obtidos pela utilização da curva ROC para variáveis que foram significativas na correlação entre parâmetros convencionais e específicos estão resumidos na tabela 5 e representadas na figura 7.

A análise prognóstica evidenciou sobrevida mediana de 917,5 dias (1-1724) após a correção cirúrgica (Figura 8). A taxa de mortalidade, considerando o período pré e pós-operatório, foi de 12,5% (3/23). Um animal veio a óbito durante a fase de indução anestésica, outro durante o procedimento cirúrgico e o terceiro no período pós-operatório. Dois óbitos foram atribuídos à ruptura do canal arterioso, enquanto o terceiro deveu-se à instabilidade hemodinâmica após indução anestésica.

2.5 DISCUSSÃO

Neste estudo, avaliamos os parâmetros ecocardiográficos antes e após a correção do ducto arterioso persistente em cães por toracoscopia videocirurgia. Houve mudanças significativas, especialmente no remodelamento cardíaco, sobrecarga volumétrica e função sistólica. Essas alterações indicam um prognóstico favorável, com baixa mortalidade, resolução de sintomas e redução da terapia medicamentosa pós-cirurgia. Apesar dessa técnica ser pouco descrita na medicina veterinária para correção do ducto [10], a técnica mostra-se viável e promissora.

A maioria dos animais no estudo eram fêmeas, com idade mediana de 9,5 meses, em concordância com pesquisas anteriores que também encontraram alta prevalência de PDA em fêmeas [9, 25]. As raças dos cães envolvidos, também foram consistentes com estudos anteriores, destacando raças puras de pequeno porte [5]. A idade mediana observada foi de 10 meses, característica que pode ter contribuído para o sucesso do procedimento, visto que, a oclusão do ducto em animais jovens está ligada a um melhor prognóstico em comparação aos mais velhos [26].

O aumento das dimensões do ventrículo esquerdo, especialmente do diâmetro diastólico observados nesse estudo, resulta da sobrecarga de volume e aumento da pré-carga causados pelo hiperfluxo sanguíneo decorrente do shunt [27, 28]. Além disso, pode-se observar também a dilatação do átrio esquerdo, que por consequência afastam os folhetos da valva mitral, agravando ainda mais a sobrecarga de volume [27]. Esses achados estão em conformidade com estudos anteriores envolvendo humanos e animais [4,27,28,29]. Acredita-se que o desenvolvimento contínuo do miocárdio nos primeiros meses de vida pode contribuir para a capacidade de tolerância à sobrecarga volumétrica em cães com PDA, possivelmente devido a uma resposta adaptativa precoce [30, 31]. Após a correção do ducto, essas alterações tendem a retornar à normalidade devido à interrupção do fluxo sanguíneo [34], isso foi observado na maioria dos pacientes, no entanto, alguns permaneceram com algum grau de remodelamento, possivelmente devido à exposição crônica dessa sobrecarga.

Na literatura, há uma discussão sobre a sobrecarga volumétrica decorrente da doença pode causar disfunção sistólica do VE ou se o fechamento súbito do ducto arterioso pode simular uma disfunção devido ao aumento repentino da pós-carga [32,33]. Um estudo realizado por Takahashi et al. avaliou a contratilidade do VE usando a taxa média de ejeção sistólica normalizada, um parâmetro independente da carga, e não identificou mudanças nesse parâmetro mesmo com a diminuição da FE após oclusão do ducto [34]. Em nossa pesquisa, observamos uma redução imediata da FE e FS após a correção cirúrgica, e concordamos com o estudo anterior, sugerindo que essa alteração está relacionada ao aumento súbito da pós-carga, não a um comprometimento da função miocárdica. Além disso, ao acompanharmos esses pacientes a longo prazo, notamos que os parâmetros de função sistólica retornaram ao normal.

A disfunção diastólica foi identificada em 17% dos animais (4/23) ao ecocardiograma pré-operatório, porém retornou à normalidade nos exames posteriores. Neste estudo, a análise das funções diastólicas do VE revelou uma redução estatisticamente significativa na velocidade do fluxo transmitral e na relação E/TRIV. Esses resultados, concordantes com estudos anteriores, estão associados à redução da atividade simpática e à complacência normal do VE, indicando que a avaliação Doppler pode ser influenciada pela redução da pré-carga ventricular esquerda devido à oclusão do ducto [35,36].

Na análise dos parâmetros ecocardiográficos em relação às características dos animais, observou-se uma correlação negativa entre a FS e FE e o tamanho corporal em cães. Esses resultados estão alinhados com estudos anteriores e podem refletir o comportamento fisiológico da função sistólica em cães, com redução dos parâmetros em animais mais pesados, indicando uma menor deformação miocárdica [37]. A ausência de correlação com a idade pode ser atribuída à homogeneidade da população estudada, uma vez que um número representativo de cães jovens foi incluído na amostra.

O diâmetro do ducto arterioso é uma medida importante na avaliação da gravidade do shunt, geralmente associado a maiores impactos hemodinâmicos à medida que seu diâmetro aumenta [38, 39]. Em nossas análises, observamos uma correlação entre essa medida e a DIVEDn e com as ondas E e A do fluxo transmitral. Embora não haja estudos que demonstrem uma correlação direta entre esses parâmetros, ductos de maior diâmetro estão relacionados a uma maior sobrecarga de volume, e consequentemente, a um maior remodelamento ventricular para acomodar esse excesso de volume [40].

A mensuração do diâmetro da ampola é frequentemente realizada nos animais que serão submetidos à correção cirúrgica por cateterismo [4, 41], e sua importância pode ser subestimada por outros métodos de correção. Em nosso estudo, essa medida correlacionou-se com várias variáveis ecocardiográficas, especialmente relacionadas ao remodelamento cardíaco e ao aumento do volume ventricular. Foi observada também correlação moderadamente positiva com a distância E-septo e negativa com FS. Poucas informações estão disponíveis sobre a ampola ductal, mas acreditamos que seu tamanho está relacionado à sobrecarga de volume. Uma ampola maior resulta em maior volume sanguíneo pelo ducto, aumentando o retorno venoso e a sobrecarga nas câmaras cardíacas esquerdas. Essa ideia é semelhante à do diâmetro ductal, embora as correlações tenham sido mais fracas e menos frequentes nesta última medida. A morfologia variável do ducto e sua estrutura minuciosa seria uma possível explicação, além de ser uma medida operador-dependente e frequentemente dificultada pelo remodelamento cardíaco. No entanto, para este estudo, o diâmetro da ampola é mais relevante para avaliar o remodelamento cardíaco e a sobrecarga volumétrica, destacando sua importância mesmo com outras técnicas cirúrgicas empregadas.

Dos 23 animais avaliados, 69,5% (16/23) recebiam medicação durante a cirurgia. Embora a cirurgia seja o tratamento definitivo, a terapia medicamentosa é considerada em casos de remodelamento e/ou insuficiência cardíaca [4]. Fizemos uma análise comparativa entre animais tratados e não tratados e observou-se diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros ecocardiográficos de remodelamento, volume e índices de congestão, indicando maior impacto nos animais medicados. Isso sugere que, possivelmente muitos animais já estavam sofrendo as consequências da doença, exigindo tratamento prévio de forma a reduzir os riscos anestésicos e cirúrgicos.

Em procedimentos de correção de ducto por videocirurgia, fluxos residuais são comuns [42], sendo observados em 20% (4/20) dos cães neste estudo. Essa taxa é similar à encontrada em estudos que realizaram a correção por ligadura [43]. A prevalência desse achado varia entre os estudos devido ao tamanho da população e às diferentes técnicas cirúrgicas e dispositivos de oclusão. Como relatado em outras pesquisas, esses fluxos residuais geralmente são considerados hemodinamicamente insignificantes e não necessitaram de reintervenção cirúrgica [43], como ocorreu em nossa pesquisa.

A taxa de mortalidade foi de 12,5% (3/23), superior àquela relatada em estudos em humanos com a mesma técnica [42] e sobrevida mediana estimada em 917,5 dias. A principal causa de óbito foi o choque hipovolêmico devido à hemorragia resultante da ruptura do ducto. Outros estudos também mencionam a hemorragia como a principal complicação [43, 44, 45]. É importante ressaltar que a taxa de mortalidade em nosso estudo pode estar superestimada devido ao pequeno número de animais. Curiosamente, os animais que morreram, um apresentava idade mais avançada e maior peso, e dois maior grau de remodelamento cardíaco, sendo um deles apresentando sinais de insuficiência cardíaca congestiva e arritmias.

Em síntese, os resultados deste estudo indicam que a oclusão do ducto arterioso por videocirurgia traz um benefício significativo em termos de sobrevivência e resulta em diminuição do remodelamento cardíaco e sintomatologia a longo prazo na maioria dos cães. Embora a idade avançada, peso, remodelamento e arritmias sejam considerados fatores de risco [43, 46], não podemos afirmar que foram determinantes neste estudo, mas é possível que

tenham contribuído para o agravamento do quadro clínico e afetado negativamente o tempo de sobrevida.

As limitações deste estudo estão principalmente relacionadas à sua natureza retrospectiva. Parâmetros convencionais foram utilizados para avaliar a função sistólica do ventrículo esquerdo. A instituição da terapia não foi controlada e, na maioria dos casos, foi iniciada pelo médico veterinário que encaminhou o animal, o que pode ter influenciado as funções cardíacas. Três animais foram perdidos durante o acompanhamento devido à falta de contato com o tutor, prejudicando a análise de sobrevida. Por fim, a população do estudo é pequena, sendo necessário realizar outros estudos para fornecer informações adicionais e complementares sobre os parâmetros ecocardiográficos em cães nessa doença congênita.

2.6 CONCLUSÕES

A correção do ducto arterioso resultou em notáveis alterações nos parâmetros ecocardiográficos, especialmente no que diz respeito ao remodelamento cardíaco e à função sistólica. A melhora significativa desses parâmetros após o procedimento sugere um potencial prognóstico favorável, evidenciado pela resolução dos sinais clínicos e baixa taxa de mortalidade. A idade dos animais submetidos à intervenção cirúrgica foi correlacionada a um melhor desfecho, destacando a importância da correção precoce. Adicionalmente, a medida do diâmetro da ampola foi identificada como um preditor significativo de remodelamento cardíaco e sobrecarga volumétrica, fornecendo informações relevantes para a técnica cirúrgica e avaliação da gravidade da doença a longo prazo.

Notas de rodapé

[a]Philips Affiniti 50 - Sistema de ultrassom equipado com transdutores de 2-4, 3-8 e 4-12 MHz, Andover, MA, Estados Unidos.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Buchanan JW. Patent Ductus Arteriosus Morphology, Pathogenesis, Types And Treatment. Journal Of Veterinary Cardiology, 2001; 3:7-16.

[2] Beijerink NJ, Oyama MA, Bonagura, JD. Congenital Heart Disease. In: Ettinger SJ, Feldman EC, Côté E. Teextbook of Veterinary Internal Medicine: Disease of the dog and the cat. 8 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016, p. 2952-3070.

[3] Brambilla PG, Polli M, Pradelli D, Papa M, Rizzi R, Bagardi M, Bussadori C. Epidemiological study of congenital heart disease in dogs: Prevalence, popularity and volatility throughout twenty years of clinical practice. Plos One 2020; 15:1-17.

[4] Saunders AB, Gordon SG, Boggess MM, Miller MW. Long-term outcome in dogs with patent ductus arteriosus: 520 cases (1994-2009). J Vet Intern Med 2014; 28:401-10.

[5] Lucina SB, Sarraff AP, Wolf M, Silva VBC, Sousa MG, Froes TR. Congenital Heart Disease in Dogs: A Retrospective Study of 95 Cases. Top Companion Anim Med 2021; 43: 100505.

[6] Macdonald KA. Congenital Heart Diseases Of Puppies And Kittens.The Veterinary Clinical Of North American Small Animal Practice, 2006; 36:503-531.

[7] Fossum, T. W. Cirurgia Do Sistema Cardiovascular. In: Fossum, T. W. Cirurgia De Pequenos Animais. Elsevier Editora Ltda, P. 775-816, 2007.

[8] Monnet E. Interventional thoracoscopy in small animals. Vet Clin North Am Small Anim Pract; 2009; 39:965-75.

[9] Velho GCM, Gouveia ALB, Pinto ABA, Levy JGMCB, Jorge MM, Trindade AV, Amaral ACD. Thoracoscopy in the treatment of persistent arterial ductus arteriosus in neonates. Rev Assoc Med Bras (1992). 2021 Sep;67(9):1361-1367.

[10] Borenstein N, Behr L, Chetboul V, Tessier D, Nicole A, Jacquet J, Carlos C, Retortillo J, Fayolle P, Pouchelon JL, Daniel P, Laborde F. Minimally invasive patent ductus arteriosus occlusion in 5 dogs. Vet Surg, 2004; 33:309-13.

[11] Belerenian GC. Conducto Arterioso Persistente. In: Belerenian GC.; Mucha CJ.; Camacho AA. Afecciones Cardiovasculares en pequeños animales. 1. ed. Buenos Aires: Intermédica, 2001. p. 121-128.

[12] Thomas WP, Gaber CE, Jacobs GJ, Kaplan PM, Lombard CW, Moise NS, Moses BL. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. J Vet Intern Med, 1993; 7:247-52.

[13] Miller MW, Gordon SG, Saunders AB. Patent Ductus Arteriosus. Em Kirk's current veterinary therapy XV. JD Bonagura and DC Twedt; Saunders Elsevier, 15th ed, 2015; 93:2800–2810.

[14] Boon, J. A. (2011a). Congenital Shunts and AV valve dysplasia. Em J. A. Boon (Ed.), Veterinary echocardiography, 2nd ed, Wiley-Blackwell, 2011a; 437–476.

[15] Boon J, Wingfield W, Miller C. Echocardiographic indices in the normal dog. Vet Rad Ultra 1983; 24:214–221.

[16] Sisson D, Brown W. Pulsed wave Doppler blood flow velocities and transvalvular flow estimates in adult male hounds. J Vet Int Med, 1996;10:164.

[17] Fingland RB, Bonagura JD, Myer CW. Pulmonic stenosis in the dog: 29 cases (1975–1984). J Am Vet Med Assoc 1986; 189:218–226.

[18] Emmanouilides G, Baylen B. Pulmonary Stenosis. In: Adam F, Emmanouilides G, eds. Moss' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. 3rd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1993;308–323.

[19] Hurst J, Schlant R. The pathology of normal physiology, clinical recognition and medical and surgical treatment of congenital heart disease. The Heart. New York: McGraw-Hill, 1990;726–730.

[20] Martin M, Godman M, Fuentes L, et al. Assessment of balloon pulmonary valvuloplasty in six dogs. J Sm Anim Prac 1992; 33:443–449.

[21] Keene BW, Atkins CE, Bonagura JD, Fox PR, Häggström J, Fuentes VL, Oyama MA, Rush JE, Stepien R, Uechi M. ACVIM consensus guidelines for the diagnosis and treatment of myxomatous mitral valve disease in dogs. J Vet Intern Med, 2019, 33:1127-1140.

[22] Gustafson, D. L., & Bailey, D. B. Cancer Chemotherapy. Em D. M. Vail, D. H. Thamm, & J. M. Liptak (Eds.), Elsevier Inc. Withrow and MacEwen's small animal clinical oncology; 2019; 182–208.

[23] Boswood A, Häggström J, Gordon SG, Wess G, Stepien RL, Oyama MA, Keene BW, Bonagura J, MacDonald KA, Patteson M, Smith S, Fox PR, Sanderson K, Woolley R, Szatmári V, Menaut P, Church WM, O'Sullivan ML, Jaudon JP, Kresken JG, Rush J, Barrett KA, Rosenthal SL, Saunders AB, Ljungvall I, Deinert M, Bomassi E, Estrada AH, Fernandez Del Palacio MJ, Moise NS, Abbott JA, Fujii Y, Spier A, Luethy MW, Santilli RA, Uechi M, Tidholm A, Watson P. Effect of Pimobendan in Dogs with Preclinical Myxomatous Mitral Valve Disease and Cardiomegaly: The EPIC Study-A Randomized Clinical Trial. J Vet Intern Med, 2016; 30:1765-1779.

[24] Laborde F, Noirhomme P, Karam J, Batisse A, Bourel P, Saint Maurice O. A new video-assisted thoracoscopic surgical technique for interruption of patient

ductus arteriosus in infants and children. J Thorac Cardiovasc Surg, 1993; 105:278-80.

[25] Nezafati MH, Soltani G, Mottaghi H, Horri M, Nezafati P. Video-assisted thoracoscopic patent ductus arteriosus closure in 2,000 patients. Asian Cardiovasc. Thorac, 2011; 19:393-398.

[26] Goodrich KR, Kyles AE, Kass PH, Campbell F. Retrospective comparison of surgical ligation and transarterial catheter occlusion for treatment of patent ductus arteriosus in two hundred and four dogs (1993-2003). Vet Surg, 2007; 36:43-9.

[27] Kittleson MD. Patent ductus arteriosus. In: MD Kittleson, RD Kienle, eds. Small Animal Cardiovascular Medicine. St Louis: Mosby; 1998: 494–522.

[28] Kittleson MD. Pathophysiology of heart failure. Heart failure secondary to patent ductus arteriosus. In MD Kittleson, RD Kienle, eds. Small Animal Cardiovascular Medicine. St Louis: Mosby; 1998: 329–334.

[29] Stauthammer C, Tobias A, Krüger M, et al. Structural and functional cardiovascular changes and their consequences following interventional patent ductus arteriosus occlusion in dogs: 24 cases (200-2006). J Am Vet Med Assoc 2013; 242:1722–1726.

[30] Rudolph AM. Myocardial growth before and after birth: Clinical implications. Acta Paediatrica 2000; 89(2):129–33.

[31] Piantedosi D, Piscitelli A, De Rosa A, Serrano Lopez B, Claretti M, Boz E, Mazzoni L, Navalon Calvo I, Ciaramella P, Bussadori C. Evaluation of left ventricular dimension and systolic function by standard transthoracic echocardiography before and 24-hours after percutaneous closure of patent ductus arteriosus in 120 dogs. PLoS One, 2019; 14:10.

[32] Jeong YH, Yun TJ, Song JM, Park JJ, Seo DM, Koh JK, Lee SW, Kim MJ, Kang DH, Song JK. Left ventricular remodeling and change of systolic function after closure of patent ductus arteriosus in adults: device and surgical closure. Am Heart J, 2007;154(3):436-40.

[33] Tilahun B., Tefera E.Transient left ventricular systolic dysfunction following surgical closure of large patent ductus arteriosus among children and adolescents operated at the cardiac centre. Ethiop J Cardiothorac Surg, 2013; 8:139.

[34] Takahashi Y, Harada K, Ishida A, et al. Changes in left ventricular volume and systolic function before and after the closure of ductus arteriosus in full-term infants. Early Hum Dev, 1996; 44:77–85.

[35] Sharma AK, Agarwal A, Sinha SK, Razi MM, Pandey U, Shukla P, Thakur R, Verma CM, Bansal RK, Krishna V. An echocardiographic evaluation to determine the immediate and short-term changes in biventricular systolic and

diastolic functions after PDA device closure-an observational analytical prospective study (echo- PDA study). Indian Heart J, 2021; 73:617-621.

[36] Amoogzar H, Shakiba AM, Derakhshan D, Ajami G, Cheriki S, Borzouee M, Edraki MR, Mehdizadegan N. Evaluation of left ventricular function by tissue Doppler and speckle-derived strain rate echocardiography after percutaneous ductus closure. Pediatr Cardiol, 2015; 36:219-25.

[37] Takano H, Fujii Y, Ishikawa R, Aoki T, Wakao Y. Comparison of left ventricular contraction profiles among small, medium, and large dogs by use of two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Am J Vet Res, 2010; 71:421-7.

[38] El Hajjar M, Vaksmann G, Rakza T, Kongolo G, Storme L. Severity of the ductal shunt: a comparison of different markers. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2005; 90:419-22.

[39] MacPhail C, & Fossum TW. Surgery of the Cardiovascular System.Small animal surgery. Elsevier Mosby. 5th ed; 2019,788–832.

[40] Boon, J. A. (2011b). Evaluation of size, function, and hemodynamics. Veterinary echocardiography. Wiley-Blackwell.2th ed; 2011b, 153–256.

[41] Ware WA. Anomalias Cardíacas Congênitas Comuns. In: Nelson RW, Couto CG. Medicina Interna de Pequenos Animais. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006, 147-163.

[42] Stankowski T, Aboul-Hassan SS, Seifi-Zinab F, Fritzsche D, Misterski M, Sazdovski I, Marczak J, Szymańska A, Szarpak L, Ruetzler K, Ahuja S, Perek B. Descriptive review of patent ductus arteriosus ligation by video-assisted thoracoscopy in pediatric population: 7-year experience. J Thorac Dis, 2019; 11:2555-2563.

[43] Pelosi A, Orton C. Cardiovascular System - Cardiac Surgery. In: Johnston SP, Tobias KA. Veterinary Surgery. Elsevier Health Sciences; 2017, 2049-2084.

[44] Mandhan P, Brown S, Kukkady A, Samarakkody U. Surgical closure of patent ductus arteriosus in preterm low birth weight infants. Congenit Heart Dis 2009; 4:34-7.

[45] Tobias AH., & Stauthammer CD. Minimally Invasive Per-Catheter Occlusion and Dilation Procedures for Congenital Cardiovascular Abnormalities in Dogs. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 2010; 40:581–603.

[46] Bureau S, Monnet E, Orton C. Evaluation of survival rate and prognostic indicators for surgical treatment of left-to-right patent ductus arteriosus in dogs: 52 cases (1995-2003). Journal of the American Veterinary Medical Association 2005; 227:1794-1799.

Tabela 1. Comparações entre as variáveis ecocardiográficas convencionais nos tempos T0 x T1 x T2.

Variáveis	T0	T1	T2	P Value
	Média (±DP) ou Mediana (Intervalo)	Média (±DP) ou Mediana (Intervalo)	Média (±DP) ou Mediana (Intervalo)	
AE/Ao	1,65 (1,20-3,69)[a]	1,53 (1,25-1,61)[ab]	1,33 (1,07-1,95)[b]	0,0046
AP/Ao	1,16 (±0,22)	1,05 (±0,13)	0,95 (±0,11)	0,1057
Distensibilidade AP	36,98 (±13,70)	31,56 (±13,02)	34,82 (±9,70)	0,6501
DIVEDn	2,13 (±0,48)[a]	1,75 (±0,44)[b]	1,73 (±0,25)[b]	0,0128
DIVESn	1,36 (0,58-2,49)	1,13 (0,83-1,96)	1,15 (0,72-1,41)	0,0814
FSn%	35,65 (±7,99)[a]	28,22 (±7,79)[b]	32,60 (±6,16)[ab]	0,0249
FE%	64,74 (±13,86)	55,68 (±12,87)	62,97 (±8,08)	0,1175
VDFi	159,7 (43,92-410,3)	100 (47,46-269,3)	84,78 (39,0-171,5)	0,0506
VSFi	54,81 (7,46-199,3)	39,44 (14,30-150)	36,95 (10-41,21)	0,2403
E-septo	0,3 (0,08-1,8)	0,28 (0,1-1,4)	0,2 (0,1-0,48)	0,2365
TAPSEn	0,73 (±0,18)	0,67 (±0,12)	0,69 (±0,21)	0,5878
Onda E	93,50 (61-145)[a]	68,0 (38,80-90,0)[b]	65,30 (36,20-112,0)[b]	0,0012
Onda A	69,25 (35,70-145,0)[a]	44,0 (20,80-68,30)[b]	51,20 (27,80-75,10)[ab]	0,0002
E/A	1,30 (1,2-1,8)	1,4 (1,1-2,18)	1,3 (1,1-1,7)	0,3465
Onda E'	8,30 (4,60-14,70)	6,0 (3,98-15,10)	6,40 (5,09-13,90)	0,1186
Onda A'	6,62 (±1,49)[a]	4,74 (±1,44)[b]	4,62 (±0,90)[b]	0,0006
E'/A'	1,32 (±0,40)	1,50 (±0,49)	1,43 (±0,40)	0,4712
TRIV	49,85 (±11,24)	55,40 (±11,26)	57,56 (±7,32)	0,1489
E/Triv	2,0 (0,87-4,14)[a]	1,30 (0,58-2,05)[b]	1,03 (0,59-2,0)[b]	0,0035
E/E'	11,20 (7,17-24,30)	11,83 (5,66-16,11)	9,40 (7,10-11,60)	0,1623
Fluxo Ao	165 (90-245)[a]	89,60 (63,79-178)[b]	106 (69,30-209)[ab]	0,0003
Fluxo Pulmonar	117 (48,10-179)	87,30 (68-292)	103,5 (62,60-119)	0,2869

AE/Ao: relação AE/Ao; AE: átrio esquerdo, Ao: aorta, DIVEDn: diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole normalizado ao peso; DIVESn: diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole normalizado ao peso; FSn: fração de encurtamento indexado ao peso; FEj: fração de ejeção; VDFi: volume diastólico final; VSFi: volume sistólico final; TAPSE: excursão sistólica do plano

anular tricúspide; TRIV: tempo de relação isovolumétrico; E:A: razão de E para A; E':A': razão de E' para A'; E/E': razão de E para E'.

Tabela 2. Mediana e intervalo das variáveis ecocardiográficas específicas em T0.

Variáveis	Mediana (intervalo)
DMD (cm)	0,25 (0,08-0,69)
DA (cm)	0,53 (0,15-1,82)
Velocidade Sistólica (cm/s)	529 (440-622)
Velocidade Diastólica (cm/s)	326 (240-408)
Gradiente Máximo (mmHg)	107 (49-155)
Gradiente Mínimo (mmHg)	43 23-67)

DMD: diâmetro ductal mínimo; DA: diâmetro da ampola.

Tabela 3. Comparação entre as variáveis ecocardiográficas em T0 dos animais que recebiam e não recebiam tratamento medicamentoso.

Variáveis Convencionais	Tratados	Não Tratados	P Value
	Média (±DP) ou Mediana (Intervalo)	Média (±DP) ou Mediana (Intervalo)	
AE/Ao	1,68 (1,2-3,69)	1,48 (1,37-1,75)	0,1312
AP/Ao	1,14 (±0,26)	1,17 (±0,17)	0,7925
Distensibilidade AP	36,46 (±9,35)	37,60 (±18,57)	0,8884
DIVEDn	2,26 (±0,48)	1,81 (±0,34)	0,0382
DIVESn	1,39 (0,58-2,49)	1,33 (0,65-2,01)	0,2700
FSn%	34,63 (±8,49)	38,0 (±6,69)	0,3637
FEj%	62,44 (±15,16)	70,0 (±9,11)	0,2373
VDFi	197,8 (111,4-410,3)	118 (43,92-190)	0,0293
VSFi	78,16 (32,59-199,3)	31,14 (7,46-62,80)	0,0200
E-septo	0,4 (0,16-1,8)	0,28 (0,08-0,3)	0,0022
TAPSEn	0,74 (±0,21)	0,70 (±0,12)	0,6669
Onda E	111 (64,80-145)	70,60 (61-88,20)	0,0043
Onda A	73,70 (47,20-145)	56,95 (35,70-71,50)	0,0058
E/A	1,4 (1,26-1,72)	1,25 (1,20-1,80)	0,0741
Onda E'	8,30 (4,60-14,70)	8,26 (5,65-10,70)	0,9825

Onda A'	6,60 (±1,59)	6,66 (±1,37)	0,9417
E'/A'	1,32 (±0,43)	1,32 (±0,38)	0,9700
Triv	45,71 (±7,75)	59,50 (±12,80)	0,0077
E/Triv	2,23 (1,10-4,14)	1,16 (0,87-1,66)	0,0015
E/E'	12,26 (7,41-24,30)	8,07 (7,17-14,28)	0,0415
Fluxo Ao	172,5 (90-205)	127 (92,20-245)	0,2167
Fluxo Pulmonar	113 (64-179)	117 (48,10-119)	0,5191

AE/Ao: relação AE/Ao; AE: átrio esquerdo, Ao: aorta, DIVEDn: diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole normalizado ao peso; DIVESn: diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole normalizado ao peso; FSn: fração de encurtamento indexado ao peso; FEj: fração de ejeção; VDFi: volume diastólico final; VSFi: volume sistólico final; TAPSE: excursão sistólica do plano anular tricúspide; TRIV: tempo de relação isovolumétrico; E:A: razão de E para A; E':A': razão de E' para A'; E/E': razão de E para E'.

Tabela 4. Correlações entre as variáveis ecocardiográficas convencionais e específicas em T0.

Variáveis	DMD		DA		VelSist		VelDias	
	R	P	R	P	R	P	R	P
AE/Ao	0,2176	0,3186	0,6963	0,0013	-0,0012	0,9977	-0,4108	0,1020
AP/Ao	0,1905	0,4926	0,2004	0,4890	0,7851	0,0021	0,6198	0,0265
Distens AP	-0,3379	0,2560	-0,5831	0,0636	-0,3754	0,2275	0,1246	0,6959
DIVEDn	0,5078	0,0134	0,6815	0,0018	-0,0208	0,9379	-0,4758	0,0551
DIVESn	0,3576	0,0939	0,5129	0,0295	0,1018	0,6953	-0,2540	0,3225
FSn%	-0,3313	0,1226	-0,4729	0,0475	-0,0441	0,8661	0,1975	0,4440
FEj%	-0,3069	0,1543	-0,4345	0,0716	-0,0723	0,7820	0,2440	0,3427
VDFi	0,4934	0,0750	0,8182	0,0019	0,0616	0,8349	-0,4202	0,1351
VSFi	0,5242	0,0567	0,6573	0,0238	0,0044	0,9912	-0,4554	0,1030
E-septo	0,4022	0,0707	0,6261	0,0083	0,0748	0,7818	-0,3030	0,2518
TAPSEn	-0,1728	0,4792	-0,0929	0,7309	0,1079	0,7115	-0,1575	0,5864
Onda E	0,5756	0,0051	0,5803	0,0116	0,0986	0,7143	-0,3932	0,1319
Onda A	0,5334	0,0106	0,4345	0,0716	0,1957	0,4647	-0,4003	0,1248
E/A	-0,0701	0,7625	0,1823	0,4809	-0,2596	0,3286	-0,1808	0,4989
Onda E'	0,4269	0,0772	0,2592	0,3483	0,2904	0,3115	-0,2244	0,4376
Onda A'	0,6143	0,0100	0,2137	0,4602	0,1517	0,6170	-0,1048	0,7308
E'/A'	-0,1154	0,6564	-0,0753	0,7980	0,0791	0,7956	0,0208	0,9472
Triv	-0,2675	0,2542	-0,3102	0,7532	0,0072	0,9806	0,4711	0,0776
E/Triv	0,4065	0,0753	0,4816	0,2243	-0,0491	0,8604	-0,4043	0,1351
E/E'	0,0062	0,9805	0,0892	0,0523	-0,0220	0,9428	0,0066	0,9847
Fluxo Ao	0,4018	0,0573	0,6205	0,0060	0,1361	0,6002	-0,5960	0,0131
Fluxo Pulmonar	0,2703	0,2913	0,1100	0,7071	0,5057	0,1154	-0,2870	0,3897

DMD: diâmetro ductal mínima; DA: diâmetro da ampola; VelSis: velocidade sistólica; VelDias: velocidade diastólica; AE/Ao: relação AE/Ao; AE: átrio esquerdo, Ao: aorta, DIVEDn: diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole normalizado ao peso; DIVESn: diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole normalizado ao peso; FSn: fração de encurtamento indexado ao peso; FEj: fração de ejeção; VDFi: volume diastólico final; VSFi: volume sistólico final; TAPSE: excursão

sistólica do plano anular tricúspide; TRIV: tempo de relação isovolumétrico; E:A: razão de E para A; E':A': razão de E' para A'; E/E': razão de E para E'.

Tabela 5. Melhores valores de corte e respectivas sensibilidade e especificidade e AUC obtidos das variáveis ecocardiográficas específicas para identificação nas variáveis convencionais.

Variável	Identificação	Valor de Corte	Sensibilidade%	Especificidade %	AUC	IC 95%
DMD (cm)	**DIVEDn >2,0**	>0,25	64,29	88,89	0,71	0,49-0,92
	Onda E >108	>0,24	81,82	75,0	0,76	0,55-0,97
	Onda A >70	>0,25	66,67	81,82	0,75	0,54-0,96
	Onda A' >6,0	>0,20	80,0	50,0	0,65	0,39-0,90
DA (cm)	**AE/Ao >1,6**	>0,53	66,67	83,33	0,77	0,56-0,99
	DIVEDn >2,0	>0,53	72,73	85,71	0,77	0,56-0.99
	DIVESn >1,40	>0,74	55,56	100,0	0,71	0,45-0,97
	FSn% >65	>0,46	100	63,64	0,83	0,64-1,0
	VDFi >150	>0,53	85,71	100,0	0,88	0,66-1,0
	VSFi >60	>0,48	83,33	66,67	0,77	0,49-1,0
	E-septo >0,4	>0,64	83,33	81,82	0,81	0,58-1,0
	Onda E >108	>0,53	87,5	80,0	0,83	0,64-1,0
	Fluxo Ao >150	>0,67	54,55	85,71	0,74	0,50-0,97
Vel Sistólica	**AP/Ao >1,0**	>0,55	50,0	100,0	0,75	0,47-1,0
Vel Diastólica	**AP/Ao >1,0**	>281,5	90,0	100,0	0,90	0,71-1,0
	Fluxo Ao >150	<295,5	60,0	100,0	0,79	0,57-1,0

AE/Ao: relação AE/Ao; AE: átrio esquerdo, Ao: aorta, DIVEDn: diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole normalizado ao peso; DIVESn: diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole normalizado ao peso; FSn: fração de encurtamento indexado ao peso; FEj: fração de ejeção; VDFi: volume diastólico final; VSFi: volume sistólico final; TAPSE: excursão sistólica do plano anular tricúspide; TRIV: tempo de relação isovolumétrico; E:A: razão de E para A; E':A': razão de E' para A'; E/E': razão de E para E'.

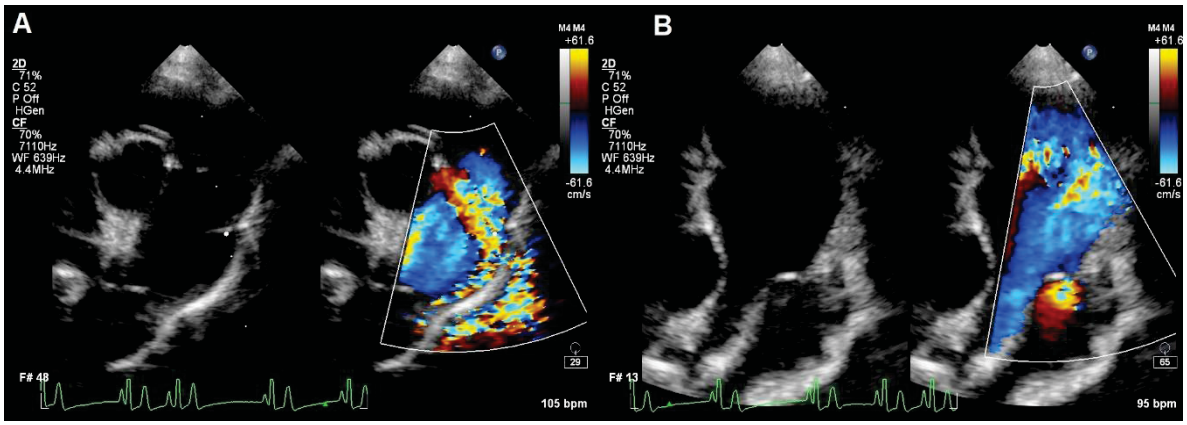


Figura 1. Ecocardiografia evidenciando fluxo turbulento entre Ao-Ap e ducto arterioso patente. A) Janela paraesternal direita; B) Janela parasternal esquerda. Ao = aorta; Ap = artéria pulmonar.

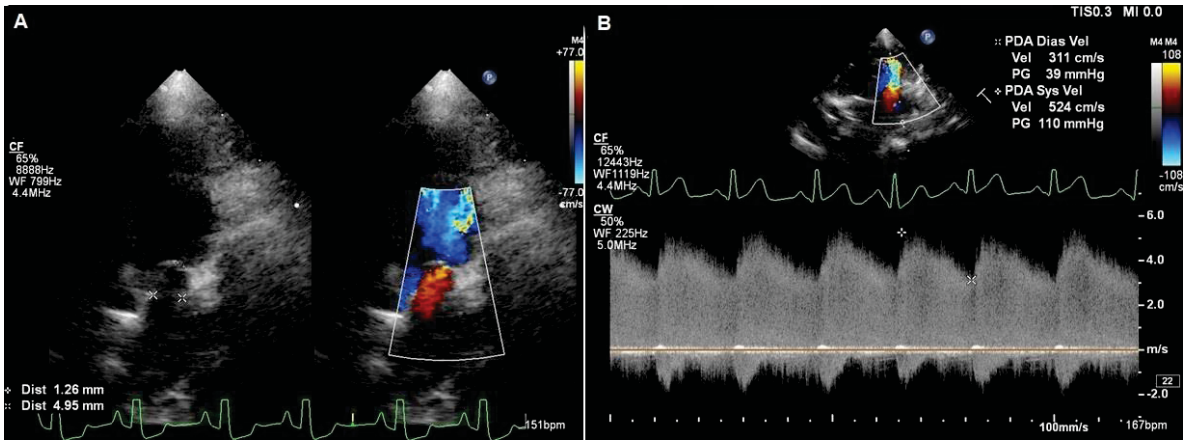


Figura 2. Ecocardiografia na janela paraesternal esquerda evidenciando o shunt e suas dimensões. A) Mensuração do diâmetro mínimo do ducto e diâmetro da ampola; B) velocidade máxima (sistólica) e mínima (diastólica) entre Ao-Ap. Ao = aorta; Ap = artéria pulmonar.

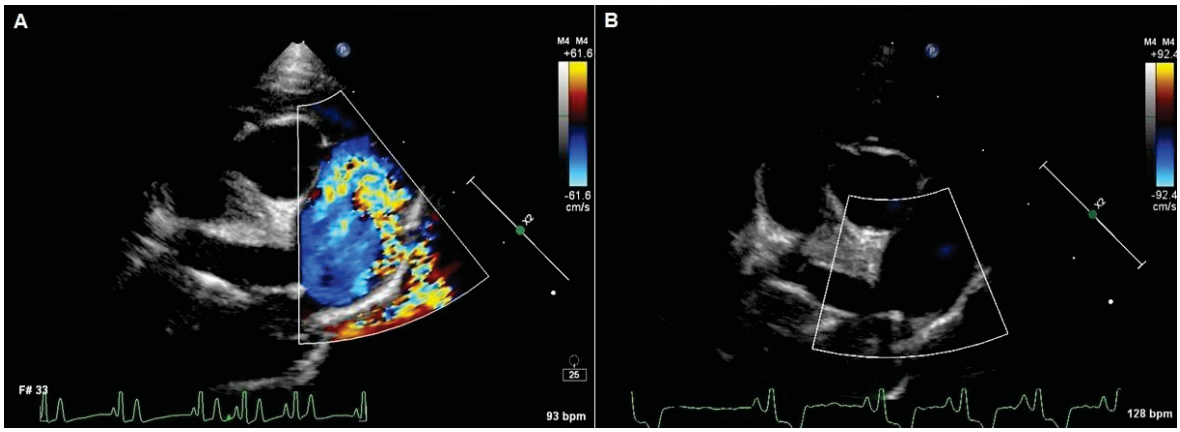


Figura 3. Ecocardiografia evidenciando oclusão do ducto arterioso. A) presença de fluxo turbulento antes da oclusão do ducto arterioso; B) oclusão do ducto arterioso, evidenciando ausência de fluxo entre Ao-Ap. Ao = aorta; Ap = artéria pulmonar.

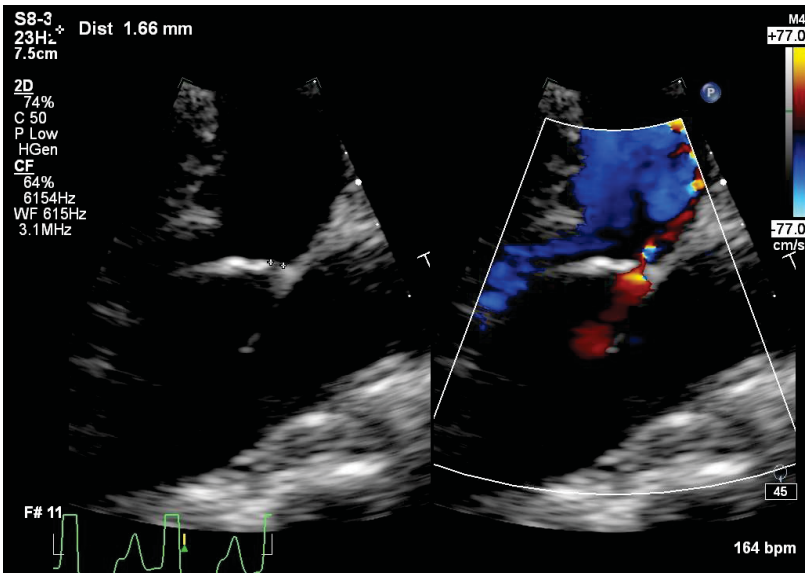


Figura 4. Ecocardiografia evidenciando diâmetro mínimo ductal (à esquerda) e pequeno fluxo residual (à direita).

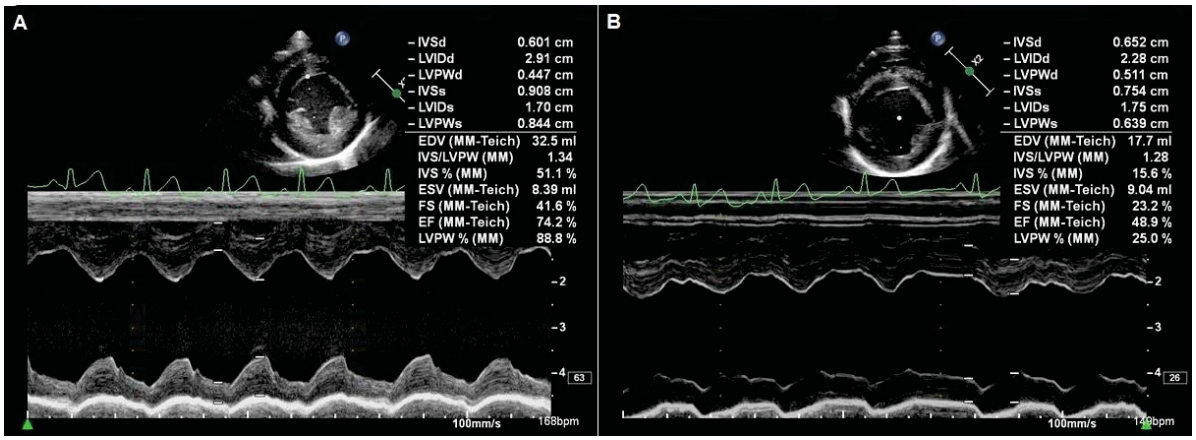


Figura 5. Imagens transversais ao nível do músculo papilar e/ou cordas tendíneas em modo M, onde foram realizadas mensurações do diâmetro, septo e parede livre do VE ao final da diástole e sístole. A) antes do procedimento cirúrgico; B) após oclusão do ducto arterioso. VE = ventrículo esquerdo.

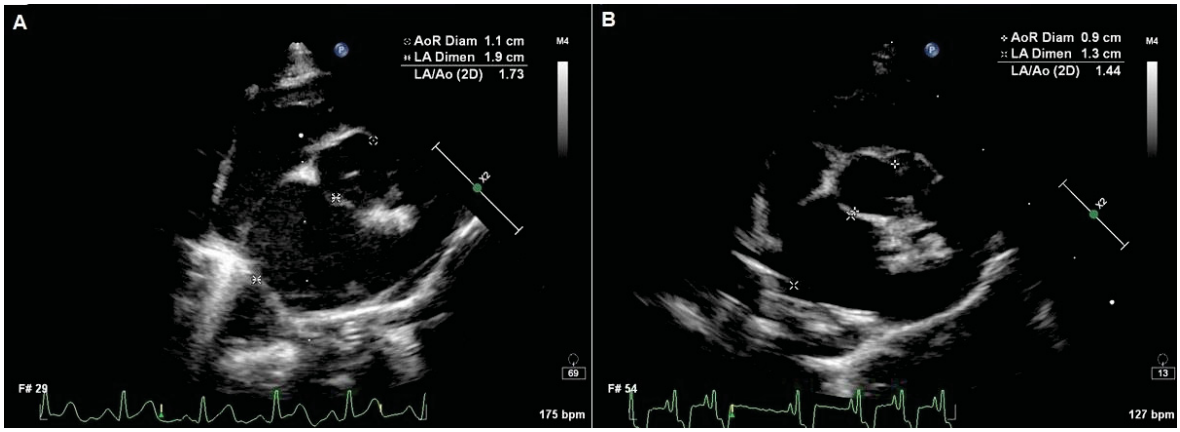


Figura 6. Imagens transversais na altura da base cardíaca, sendo mensurado o diâmetro do átrio esquerdo (AE) e o diâmetro aórtico (Ao) ao final da sístole ventricular e calculada a relação entre ambos. A) antes do procedimento cirúrgico; B) após oclusão do ducto arterioso. AE = átrio esquerdo, Ao = Aorta.

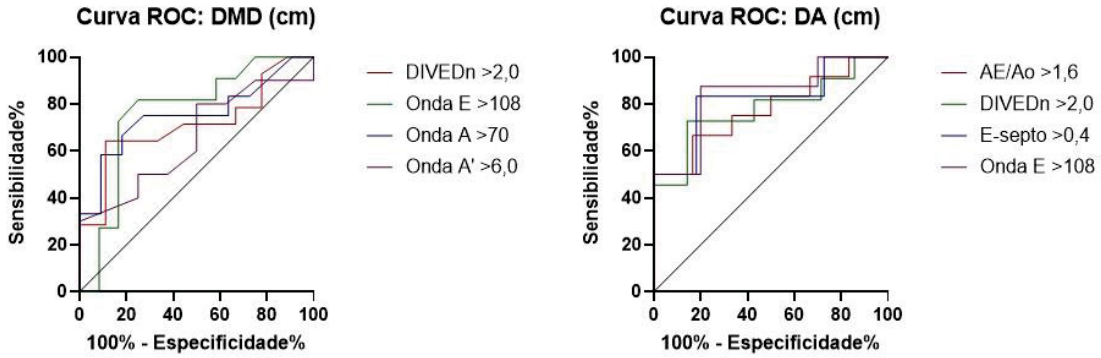


Figura 7. Curvas ROC plotadas para determinar valores de corte das variáveis ecocardiográficas específicas na identificação de alterações nas variáveis convencionais.

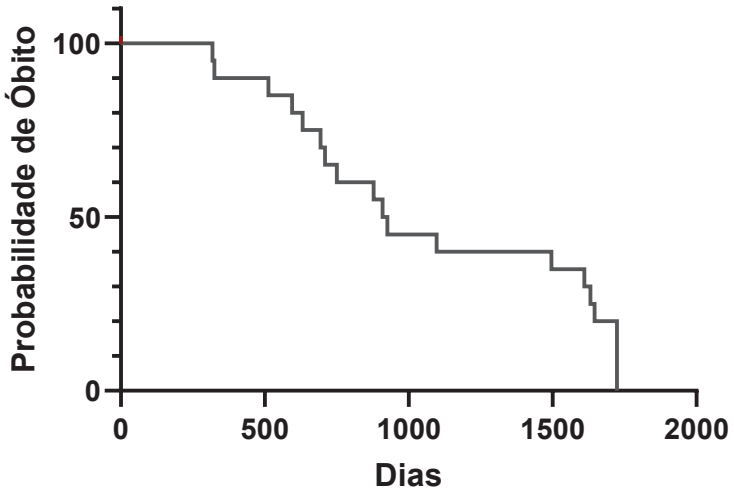


Figura 8. Curva Kaplan-Meier construída para avaliação de sobrevida e probabilidade de óbito nos cães submetidos à correção cirúrgica.

REFERÊNCIAS GERAIS

Amoogzar H, Shakiba AM, Derakhshan D, Ajami G, Cheriki S, Borzouee M, Edraki MR, Mehdizadegan N. Evaluation of left ventricular function by tissue Doppler and speckle-derived strain rate echocardiography after percutaneous ductus closure. Pediatr Cardiol, 2015; 36:219-25.

Bawazir OA. Thoracoscopy in pediatrics: Surgical perspectives. Ann Thorac Med 2019; 4:239-247.

Beijerink NJ, Oyama MA, Bonagura, JD. Congenital Heart Disease. In: Ettinger SJ, Feldman EC, Côté E. Teextbook of Veterinary Internal Medicine: Disease of the dog and the cat. 8 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016, p. 2952-3070.

Belerenian GC. Conducto Arterioso Persistente. In: Belerenian GC.; Mucha CJ.; Camacho AA. Afecciones Cardiovasculares en pequeños animales. 1. ed. Buenos Aires: Intermédica, 2001. p. 121-128.
Boon J, Wingfield W, Miller C. Echocardiographic indices in the normal dog. Vet Rad Ultra 1983; 24:214–221.

Boon, J. A. (2011a). Congenital Shunts and AV valve dysplasia. Em J. A. Boon (Ed.), Veterinary echocardiography, 2nd ed, Wiley-Blackwell, 2011a; 437–476.

Boon, J. A. (2011b). Evaluation of size, function, and hemodynamics. Veterinary echocardiography. Wiley-Blackwell.2th ed; 2011b, 153–256.

Borenstein N, Behr L, Chetboul V, Tessier D, Nicole A, Jacquet J, Carlos C, Retortillo J, Fayolle P, Pouchelon JL, Daniel P, Laborde F. Minimally invasive patent ductus arteriosus occlusion in 5 dogs. Vet Surg, 2004; 33:309-13.

Boswood A, Häggström J, Gordon SG, Wess G, Stepien RL, Oyama MA, Keene BW, Bonagura J, MacDonald KA, Patteson M, Smith S, Fox PR, Sanderson K, Woolley R, Szatmári V, Menaut P, Church WM, O'Sullivan ML, Jaudon JP, Kresken JG, Rush J, Barrett KA, Rosenthal SL, Saunders AB, Ljungvall I, Deinert M, Bomassi E, Estrada AH, Fernandez Del Palacio MJ, Moise NS, Abbott JA, Fujii Y, Spier A, Luethy MW, Santilli RA, Uechi M, Tidholm A, Watson P. Effect of Pimobendan in Dogs with Preclinical Myxomatous Mitral Valve Disease and Cardiomegaly: The EPIC Study-A Randomized Clinical Trial. J Vet Intern Med, 2016; 30:1765-1779.

Brambilla PG, Polli M, Pradelli D, Papa M, Rizzi R, Bagardi M, Bussadori C. Epidemiological study of congenital heart disease in dogs: Prevalence, popularity and volatility throughout twenty years of clinical practice. Plos One 2020; 15:1-17.

Broaddus K, Tillson M. Patent ductus arteriosus in dogs. Compend Contin Educ Vet 2010; 32:1-14.

Buchanan JW. Patent Ductus Arteriosus Morphology, Pathogenesis, Types And Treatment. Journal Of Veterinary Cardiology, 2001; 3:7-16.
Buchanan JW, Patterson DF. Etiology of Patent Ductus Arteriosus in Dogs. Journal Of Veterinary Internal Medicine 2003; 17:167-171.

Bureau S, Monnet E, Orton C. Evaluation of survival rate and prognostic indicators for surgical treatment of left-to-right patent ductus arteriosus in dogs: 52 cases (1995-2003). Journal of the American Veterinary Medical Association 2005; 227:1794-1799.

Burke RP. Thoracoscopic Approach to Patent Ductus Arteriosus Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery; 2007; 12:250 – 256.

De Monte V, Staffieri F, Caivano D, Nannarone S, Birettoni F, Porciello F, Di Meo A, Bufalari A. Heart rate and blood pressure variations after transvascular patent ductus arteriosus occlusion in dogs. Res Vet Sci 2017; 113:73-78.

El Hajjar M, Vaksmann G, Rakza T, Kongolo G, Storme L. Severity of the ductal shunt: a comparison of different markers. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2005; 90:419-22.

Emmanouilides G, Baylen B. Pulmonary Stenosis. In: Adam F, Emmanouilides G, eds. Moss' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. 3rd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1993;308–323.

Fingland RB, Bonagura JD, Myer CW. Pulmonic stenosis in the dog: 29 cases (1975–1984). J Am Vet Med Assoc 1986; 189:218–226.

Fossum TW. Cirurgia do Sistema Cardiovascular. In: Fossum TW. Cirurgia de Pequenos Animais. Elsevier Editora Ltda; 2007, p. 775-816.

Goodrich KR, Kyles AE, Kass PH, Campbell F. Retrospective comparison of surgical ligation and transarterial catheter occlusion for treatment of patent ductus arteriosus in two hundred and four dogs (1993-2003). Vet Surg, 2007; 36:43-9.

Gustafson, D. L., & Bailey, D. B. Cancer Chemotherapy. Em D. M. Vail, D. H. Thamm, & J. M. Liptak (Eds.), Elsevier Inc. Withrow and MacEwen's small animal clinical oncology; 2019; 182–208.

Hurst J, Schlant R. The pathology of normal physiology, clinical recognition and medical and surgical treatment of congenital heart disease. The Heart. New York: McGraw-Hill, 1990;726–730.

Jeong YH, Yun TJ, Song JM, Park JJ, Seo DM, Koh JK, Lee SW, Kim MJ, Kang DH, Song JK. Left ventricular remodeling and change of systolic function after closure of patent ductus arteriosus in adults: device and surgical closure. Am Heart J, 2007;154(3):436-40.

Keene BW, Atkins CE, Bonagura JD, Fox PR, Häggström J, Fuentes VL, Oyama MA, Rush JE, Stepien R, Uechi M. ACVIM consensus guidelines for the diagnosis and treatment of myxomatous mitral valve disease in dogs. J Vet Intern Med, 2019, 33:1127-1140.

Kittleson MD. Patent ductus arteriosus. In: MD Kittleson, RD Kienle, eds. Small Animal Cardiovascular Medicine. St Louis: Mosby; 1998: 494–522.

Kittleson MD. Pathophysiology of heart failure. Heart failure secondary to patent ductus arteriosus. In MD Kittleson, RD Kienle, eds. Small Animal Cardiovascular Medicine. St Louis: Mosby; 1998: 329–334.

Laborde F, Noirhomme P, Karam J, Batisse A, Bourel P, Saint Maurice O. A new video-assisted thoracoscopic surgical technique for interruption of patient ductus arteriosus in infants and children. J Thorac Cardiovasc Surg, 1993; 105:278-80.

Liem NT, Tung CV, Van Linh N, Tuan TM, Quang le H, Tu TT. Outcomes of thoracoscopic clipping versus transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus: randomized clinical trial. J Pediatr Surg 2014; 2:363-6.

Lucina SB, Sarraff AP, Wolf M, Silva VBC, Sousa MG, Froes TR. Congenital Heart Disease in Dogs: A Retrospective Study of 95 Cases. Top Companion Anim Med 2021; 43: 100505.

Macdonald KA. Congenital Heart Diseases Of Puppies And Kittens.The Veterinary Clinical Of North American Small Animal Practice, 2006; 36:503-531.

MacPhail C, & Fossum TW. Surgery of the Cardiovascular System.Small animal surgery. Elsevier Mosby. 5th ed; 2019,788–832.

Madruga FL, Pereira YM, Panti A, Handel I, Culshaw G. Branham sign in dogs undergoing interventional patent ductus arteriosus occlusion or surgical ligation: A retrospective study. Open Vet J 2021; 11:603-612.

Mandhan P, Brown S, Kukkady A, Samarakkody U. Surgical closure of patent ductus arteriosus in preterm low birth weight infants. Congenit Heart Dis 2009; 4:34-7.

Martin M, Godman M, Fuentes L, et al. Assessment of balloon pulmonary valvuloplasty in six dogs. J Sm Anim Prac 1992; 33:443–449.

Miller MW, Gordon SG, Saunders AB. Patent Ductus Arteriosus. Em Kirk's current veterinary therapy XV. JD Bonagura and DC Twedt; Saunders Elsevier, 15th ed, 2015; 93:2800–2810.

Monnet E. Interventional thoracoscopy in small animals. Vet Clin North Am Small Anim Pract; 2009; 39:965-75.

Nezafati MH, Soltani G, Mottaghi H, Horri M, Nezafati P. Video-assisted thoracoscopic patent ductus arteriosus closure in 2,000 patients. Asian Cardiovasc. Thorac, 2011; 19:393-398.

Nguyenba TP, Tobias AH. The Amplatz canine duct occluder: a novel device for patent ductus arteriosus occlusion. J Vet Cardiol 2007; 9:109-17.

Parisi C, Phillips V, Ferreira J, Linney C, Mair A. Anaesthetic management and complications of transvascular patent ductus arteriosus occlusion in dogs. Vet Anaesth Analg 2020; 47:581-587.

Paudel G, Johnson JN, Philip R MD, Tailor N, Fahnhorst S, Medina MB, Stecchi N, Waller RB, Sathanandam S. Echocardiographic versus Angiographic Measurement of the Patent Ductus Arteriosus in Extremely Low Birth Weight Infants and the Utility of Echo Guidance for Transcatheter Closure. J Am Soc Echocardiogr 2021; 34:1086-1094.

Pelosi A, Orton C. Cardiovascular System - Cardiac Surgery. In: Johnston SP, Tobias KA. Veterinary Surgery. Elsevier Health Sciences; 2017, p. 2049-2084.

Piantedosi D, Piscitelli A, De Rosa A, Serrano Lopez B, Claretti M, Boz E, Mazzoni L, Navalon Calvo I, Ciaramella P, Bussadori C. Evaluation of left ventricular dimension and systolic function by standard transthoracic echocardiography before and 24-hours after percutaneous closure of patent ductus arteriosus in 120 dogs. PLoS One, 2019; 14:10.

Ranganathan B, Leblanc NL, Scollan KF, Townsend KL, Agarwal D, Milovancev M. Comparison of major complication and survival rates between surgical ligation and use of a canine ductal occluder device for treatment of dogs with left-to-right shunting patent ductus arteriosus. J Am Vet Med Assoc 2018; 253:1046-1052.

Rathke J, Menezes HS, Rossi-Filho RI, Manica JLL. Percutaneous occlusion of persistent ductus arteriosus. Rev Bras Cardiol Invasiva 2014; 4:364–8.

Rudolph AM. Myocardial growth before and after birth: Clinical implications. Acta Paediatrica 2000; 89(2):129–33.

Santos IFC, Apolonio E, Gallina M, Souza P, Nishimaru R, Almeida K, Pereira G, Sakata S. Videocirurgia em cães e gatos - Revisão de Literatura. Veterinária e Zootecnia 2020; 27:1-16.

Saunders AB, Gordon SG, Boggess MM, Miller MW. Long-term outcome in dogs with patent ductus arteriosus: 520 cases (1994-2009). J Vet Intern Med 2014; 28:401 10.

Sharma AK, Agarwal A, Sinha SK, Razi MM, Pandey U, Shukla P, Thakur R, Verma CM, Bansal RK, Krishna V. An echocardiographic evaluation to determine the immediate and short-term changes in biventricular systolic and

diastolic functions after PDA device closure-an observational analytical prospective study (echo- PDA study). Indian Heart J, 2021; 73:617-621.

Sisson D, Brown W. Pulsed wave Doppler blood flow velocities and transvalvular flow estimates in adult male hounds. J Vet Int Med, 1996;10:164.

Stankowski T, Aboul-Hassan SS, Seifi-Zinab F, Fritzsche D, Misterski M, Sazdovski I, Marczak J, Szymańska A, Szarpak L, Ruetzler K, Ahuja S, Perek B. Descriptive review of patent ductus arteriosus ligation by video-assisted thoracoscopy in pediatric population: 7-year experience. J Thorac Dis 2019; 11:2555-2563.

Stauthammer C, Tobias A, Krüger M, et al. Structural and functional cardiovascular changes and their consequences following interventional patent ductus arteriosus occlusion in dogs: 24 cases (200-2006). J Am Vet Med Assoc 2013; 242:1722–1726.

Takahashi Y, Harada K, Ishida A, et al. Changes in left ventricular volume and systolic function before and after the closure of ductus arteriosus in full-term infants. Early Hum Dev, 1996; 44:77–85.

Takano H, Fujii Y, Ishikawa R, Aoki T, Wakao Y. Comparison of left ventricular contraction profiles among small, medium, and large dogs by use of two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Am J Vet Res, 2010; 71:421-7.

Thomas WP, Gaber CE, Jacobs GJ, Kaplan PM, Lombard CW, Moise NS, Moses BL. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. J Vet Intern Med, 1993; 7:247-52.

Tilahun B., Tefera E.Transient left ventricular systolic dysfunction following surgical closure of large patent ductus arteriosus among children and adolescents operated at the cardiac centre. Ethiop J Cardiothorac Surg, 2013; 8:139.

Tobias AH., & Stauthammer CD. Minimally Invasive Per-Catheter Occlusion and Dilation Procedures for Congenital Cardiovascular Abnormalities in Dogs. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 2010; 40:581–603.

Velho GCM, Gouveia ALB, Pinto ABA, Levy JGMCB, Jorge MM, Trindade AV, Amaral ACD. Thoracoscopy in the treatment of persistent arterial ductus arteriosus in neonates. Rev Assoc Med Bras 2021; 67:1361-1367.

Villa E, Vanden Eynden F, Le Bret E, Folliguet T, Laborde F. Paediatric video-assisted thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus: experience in more than 700 cases. Eur J Cardiothorac Surg 2004; 25: 387–393.

Wang K, Pan X, Tang Q, Pang Y. Catheterization therapy vs surgical closure in pediatric patients with patent ductus arteriosus: a meta-analysis. Clin Cardiol 2014; 3:188-94.

Wanhua C, Xiaoping Y, Yu H, Xudong S, Ling Z, Jinguo L, Hua C, Huiying Z, Lianglong C. Transthoracic echocardiography as an alternative major guidance to angiography during transcatheter closure of patent ductus arteriosus: technical feasibility and clinical relevance. Pediatr Cardiol 2015; 36:14-9.

Ware WA. Anomalias Cardíacas Congênitas Comuns. In: Nelson RW, Couto CG. Medicina Interna de Pequenos Animais. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006, p. 147-163.

Zulqarnain A, Younas M, Waqar T, Beg A, Asma T, Baig MA. Comparison of effectiveness and cost of patent ductus arteriosus device occlusion versus surgical ligation of patent ductus arteriosus. Pak J Med Sci 2016; 32:974-7.