

UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS

VINÍCIUS MIRANDA VILLAS BÔAS

**Avaliação ecocardiográfica da função ventricular direita em
cães com estenose pulmonar submetidos a valvoplastia por
catéter-balão**

SANTOS

2022

VINÍCIUS MIRANDA VILLAS BÔAS

**Avaliação ecocardiográfica da função ventricular direita em
cães com estenose pulmonar submetidos a valvoplastia por
catéter-balão**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária no Meio Ambiente Litorâneo da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Metropolitana de Santos para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Área de concentração:

Medicina Veterinária

Orientador:

Prof^a Dr^a Patrícia Pereira Costa Chamas

SANTOS

2022

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: VILLAS BÔAS, Vinícius

Título: Avaliação ecocardiográfica da função ventricular direita em cães com estenose pulmonar submetidos a valvoplastia por catéter-balão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária no Meio Ambiente Litorâneo, na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Metropolitana de Santos, para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Data: 02/03/2022

Banca Examinadora

Profª Drª Patrícia Pereira Costa Chamas

Instituição: Universidade Metropolitana de Santos

Profª Drª. Paula Hiromi Itikawa

Instituição: Universidade Cruzeiro do Sul

Profª Drª Lilian Caram Petrus

Instituição: Médica Veterinária Autônoma

DEDICATÓRIA



Aos meus pais... Simplesmente não há palavras, obrigado apenas por existirem e estarem por perto, sempre.

Aos meus sogros Luíza e Malaquias (in memoriam). Tenho certeza de que ele está vibrando por mais esta vitória, como sempre fez por todas elas.

A minha esposa Vanessa, companheira, amiga e amor da minha vida. Você foi uma luz guia durante todos esses meses. Te amo.

Aos meus animais, aos que já se foram e aos que permanecem, vocês nos inspiram a ser melhores a cada dia. Estaremos sempre aqui por vocês.

AGRADECIMENTOS

A minha mulher, Vanessa Uemura da Fonseca, por toda a paciência durante esses dois anos, pelos incentivos, sacrifícios e ajuda quase infinita. Sem você esse trabalho não teria sido possível, você é uma inspiração para mim em todos os sentidos.

A minha orientadora Patrícia Pereira Costa Chamas, por ter aceitado o desafio e as mudanças ao longo do percurso. Obrigado pelos ensinamentos e principalmente pela amizade.

Ao Milton Azedo, nosso “Tio Chico”. A sua dedicação a esse programa é inigualável, e a sua disponibilidade em ajudar os discentes é ímpar. É evidente que tudo isso vem do coração, você nasceu para isso. Obrigado por sempre estar por perto quando precisei.

A Cristina Torres do Amaral, minha amiga, companheira de estágio, de SBCV, de profissão e de vida! Que você continue essa pessoa sempre disposta a ajudar a todos, sei que você se “sobrecarregou” por mim nesses últimos meses.

A Eliângela e ao Rony, por permitirem que essa pesquisa fosse feita nas dependências do Centro Veterinário Vet Quality, serei eternamente grato por isso.

Ao Dr. Paulo Juliani por compartilhar seus casos cirúrgicos e conhecimento, assim como contribuir com ideias e conselhos para o projeto. Aqui fica também um agradecimento especial a sua esposa, Eunice, que batalhou junto aos tutores para que os ecocardiogramas fossem feitos no período correto. Sem vocês isso tudo não seria possível.

Ao Felipe Reijani, Flávia Bonetti, Gabriela Sciulli e todos os membros da nossa equipe de cardiologia por sempre “taparem meus buracos” quando precisei me dedicar a este mestrado. Vocês também fazem parte desta conquista.

A Lilian Caram Petrus, pela troca de ideias no início desse projeto. Os conselhos e “dicas” foram fundamentais para o delineamento do estudo.

Ao Diego Lessa, por ter disposto de uma parte do seu tempo para me ajudar com a parte técnica do aparelho, foi de grande ajuda.

A Sociedade Brasileira de Cardiologia Veterinária, esta entidade que tanto amamos, e a todos seus membros, meus amigos da diretoria executiva e diretores de regionais. Obrigado por me proporcionarem este convívio e por me fazer evoluir profissionalmente durante todos esses anos.

A todos os médicos veterinários que desde a graduação compartilharam um pouco do seu conhecimento para que eu me tornasse o que sou hoje: Paulo Salzo, Felipe Reijani, Ronaldo Jun Yamato, Guilherme Pereira, Lilian Caram Petrus, Patrícia Chamas, Gabriela Sciulli, amigos da SBCV, meus colegas da II turma de pós-graduação em cardiologia veterinária, alunos do curso de capacitação em ecocardiografia e amigos da nossa equipe de cardiologia. O conhecimento é uma via de mão dupla, tenham certeza de que tudo que faço no meu dia a dia profissional tem um pedacinho de cada um de vocês.

A todos os tutores e animais que fizeram parte desse projeto, que permitiram que isso se torna realidade.

A família, por serem a base de tudo e a principal razão de sermos o que somos.

E a Deus, pois os últimos anos foram difíceis, o mundo virou um caos. Então devemos dar valor a vida e agradecer por estarmos por aqui para comemorar as conquistas com as pessoas que amamos.

“Nada, absolutamente nada resiste ao trabalho.”

Dr. Euryclides de Jesus Zerbini

“Só temos certeza quando sabemos pouco. Com o conhecimento, as dúvidas aumentam.”

Johann Wolfgang von Goethe

RESUMO

VILLAS BÔAS, V. M. **Avaliação ecocardiográfica da função ventricular direita em cães com estenose pulmonar submetidos a valvoplastia por catéter-balão.** [Right ventricle echocardiographic evaluation in dogs with pulmonary stenosis submitted to balloon valvuloplasty]. 2022. 77 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Metropolitana de Santos, Santos, 2022.

A estenose pulmonar é uma das principais cardiopatias congênitas presentes da rotina da cardiologia veterinária, responsável por parte considerável dos diagnósticos desse grupo de cardiopatias em cães. Nos últimos anos houve avanços significativos nas opções terapêuticas disponíveis para esta doença, com a opção cirúrgica através da valvoplastia por catéter-balão tornando-se acessível. Ainda assim, os animais portadores dessa alteração podem evoluir para disfunção do ventrículo direito o que pode influenciar na resposta ao tratamento bem como no prognóstico. Este trabalho objetivou avaliar a função do ventrículo direito através da ecocardiografia em cães com estenose pulmonar antes e após serem submetidos a valvoplastia por catéter-balão, bem como correlacionar os achados com parâmetros ecocardiográficos de gravidade da doença e tamanho de câmaras direitas. Foram admitidos seis animais neste estudo, com estenoses do tipo valvar e supravalvar. Embora não tenha sido observada diferença estatística nos parâmetros de função do ventrículo direito antes e após o procedimento de intervenção notou-se que a disfunção sistólica estava presente em até 50% dos animais estudados, em especial quando o iTAPSE foi o parâmetro utilizado. Nas 48 horas após a intervenção notou-se um incremento na função ventricular direita de até 38%, o que mostra que a análise ecocardiográfica desta câmara cardíaca pode ser útil no planejamento cirúrgico e no acompanhamento destes animais após serem submetidos ao procedimento de valvoplastia por catéter-balão.

Palavras-chave: Estenose pulmonar. Ventrículo direito. Ecocardiografia. Cão. TAPSE.

ABSTRACT

VILLAS BÔAS, V. M. **Right ventricle echocardiographic evaluation in dogs with pulmonic stenosis submitted to balloon valvuloplasty.** [Avaliação ecocardiográfica da função ventricular direita em cães com estenose pulmonar submetidos a valvoplastia por catéter-balão]. 2022. 77 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Metropolitana de Santos, Santos, 2022.

Pulmonary stenosis is one of the main congenital heart diseases present in the routine of veterinary cardiology, responsible for a considerable part of the diagnoses of this group of heart diseases in dogs. In recent years there have been significant advances in the therapeutic options available for this disease, with the surgical option through balloon valvuloplasty becoming accessible. Even so, animals with this alteration can progress to right ventricular dysfunction, which can influence the response to treatment as well as the prognosis. This study aimed to evaluate right ventricular function through echocardiography in dogs with pulmonary stenosis before and after undergoing balloon valvuloplasty, as well as to correlate the findings with echocardiographic parameters of disease severity and right chambers size. Six animals were admitted to this study with valvular and supra-valvular stenosis. Although no statistical difference was observed in the parameters of right ventricular function before and after the intervention procedure, it was noted that systolic dysfunction was present in up to 50% of the animals studied, depending on the index used. In the 48 hours after the intervention, an increase in right ventricular function of up to 38% was noted, which shows that the echocardiographic analysis of this heart chamber can be useful in the surgical planning and follow-up of these animals after undergoing the balloon valvuloplasty procedure.

Key-words: Pulmonic stenosis. Right ventricle. Echocardiography. Dog. TAPSE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Orientação das fibras musculares do VD e VE obtidas por computacional	21
Figura 2 – Peças anatômicas ilustrando a orientação das fibras musculares	22
Figura 3 – Cortes ecocardiográficos que representam a anatomia segmentar do ventrículo direito	23
Figura 4 – Esquema ilustrativo do arco muscular que divide o VD em duas porções	24
Figura 5 – Estenose valvar tipo 1 /A.	28
Figura 6 – Estenose valvar tipo 2 /B.	28
Figura 7 – Deformidade <i>hourglass</i>	30
Figura 8 – Deformidade <i>hourglass</i>	30
Figura 9 – Desenho esquemático dos diferentes tipos de estenose pulmonar.	31
Figura 10 – Estenose supravalvar pulmonar	32
Figura 11 – Relação aorta / pulmonar	35
Figura 12 – Representação esquemática das anomalias das artérias coronárias, com origem e curso	36
Figura 13 – Mensuração do TAPSE ao ecocardiograma	41
Figura 14 – Realização da técnica de variação fracional da área (FAC)	42
Figura 15 – Mensuração da onda S´ no anel tricuspídeo	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estatística descritiva dos índices ecocardiográficos analisados	52
–		

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação dos índices de função do ventrículo direito	54
Gráfico 2 – Variação da fração de encurtamento da via de saída do ventrículo direito	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAD	Área máxima diastólica do átrio direito
AO	Aorta
Ao / AP	Relação Aorta / artéria pulmonar
AD	Átrio direito
AE	Átrio esquerdo
AE / Ao	Relação entre o átrio esquerdo e a Aorta
AP	Artéria pulmonar
ASE	<i>American Society of Echocardiography</i>
AVDd	Área do ventrículo direito em diástole
AVDs	Área do ventrículo direito em sístole
DiVDd	Dimensão interna do ventrículo direito em diástole
DVSVD _d	Dimensão diastólica final da via de saída do VD
DVSVD _s	Dimensão sistólica final da via de saída do VD
Eco-pós	Ecocardiograma posterior ao procedimento de valvoplastia por catéter-balão
Eco-pré	Ecocardiograma anterior ao procedimento de valvoplastia por catéter-balão
EPLVDd	Espessura da parede livre do ventrículo direito
FAC	Variação fracional da área
Fenc-VSVD	Fração de encurtamento da via de saída do ventrículo direito

GpMáx Pulm	Gradiente máximo do fluxo pulmonar
GpMáx Pulm VTI	gradiente máximo do fluxo pulmonar pelo VTI
iAAD	Área máxima diastólica do átrio direito indexada ao peso corporal
iAVDd	Área do ventrículo direito em diástole indexada ao peso corporal
ICCD	Insuficiência cardíaca congestiva direita
iDiVDd	Dimensão interna do ventrículo direito em diástole indexada ao peso corporal
iEPLVDd	Espessura da parede livre do ventrículo direito indexada ao peso corporal
iFAC	Variação fracional da área indexada ao peso corporal
iS ^ˆ VD	Velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral indexada ao peso corporal
iTAPSE	Excursão sistólica do plano anular tricúspide indexada ao peso corporal
PDA	Persistência do ducto arterioso
Pós-FAC	Variação fracional da área antes do procedimento de intervenção
Pós-Fenc-VSVD	Fração de encurtamento da via de saída do ventrículo direito após do procedimento de intervenção
Pós-iFAC	Variação fracional da área indexada ao peso corporal após do procedimento de intervenção
Pós-iTAPSE	Excursão sistólica do plano anular tricúspide indexada ao peso corporal após o procedimento de intervenção
Pós-iS ^ˆ VD	Velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral indexada ao peso corporal após o procedimento de intervenção
Pós-TAPSE	Excursão sistólica do plano anular tricúspide após o procedimento de intervenção

Pós-S´VD	Velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral após o procedimento de intervenção
Pré-FAC	Variação fracional da área antes do procedimento de intervenção
Pré-Fenc-VSVD	Fração de encurtamento da via de saída do ventrículo direito antes do procedimento de intervenção
Pré-iFAC	Variação fracional da área indexada ao peso corporal antes do procedimento de intervenção
Pré-iS´VD	Velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral indexada ao peso corporal antes do procedimento de intervenção
Pré-iTAPSE	Excursão sistólica do plano anular tricúspide indexada ao peso corporal antes do procedimento de intervenção
Pré-S´VD	Velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral antes do procedimento de intervenção
Pré-TAPSE	TAPSE antes do procedimento de intervenção
SRD	Sem raça definida
S´VD	Velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral
TAPSE	Excursão sistólica do plano anular tricúspide
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
V _{máx} Ao / V _{máx} Pulm	Razão entre as velocidades máximas dos fluxos aórtico e pulmonar
V _{máx} Ao VTI	Velocidade máxima do fluxo aórtico pelo VTI
V _{máx} Pulm	Velocidade máxima do fluxo pulmonar
V _{máx} Pulm VTI	Velocidade máxima do fluxo pulmonar pelo VTI

VPB	Vlavoplastia percutânea por catéter-balão
VSVD	Via de saída do ventrículo direito
VTI Ao	Integral da velocidade do fluxo aórtico
VTI Ao / VTI Pulm	Razão entre o VTI aórtico e o pulmonar
VTI Pulm	Integral da velocidade do fluxo pulmonar

APÊNDICE

Tabela 1 -	Identificação dos animais do estudo quanto a raça, sexo, peso corporal, manifestações clínicas e tratamento	74
Tabela 2 -	Dados ecocardiográficos de espessura e dimensão das câmaras cardíacas direitas e artéria pulmonar	75
Tabela 3 -	Dados ecocardiográficos de índices de função do ventrículo direito prévios e posteriores a valvoplastia	76
Tabela 4 -	Dados ecocardiográficos das mensurações do fluxo pulmonar e refluxo tricúspide previamente e posteriormente a valvoplastia	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 O VENTRÍCULO DIREITO E A ARTÉRIA PULMONAR	20
2.2 CONCEITOS GERAIS SOBRE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM CÃES	25
2.2.1 Estenose pulmonar	26
2.2.1.1 Conceitos gerais e fisiopatologia	26
2.2.2 Diagnóstico	33
2.2.1.3 Avaliação da função ventricular direita	38
3 OBJETIVOS	45
4 MATERIAL E MÉTODO	46
4.1 ANIMAIS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	46
4.2 ECOCARDIOGRAMA	46
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
5 RESULTADOS	51
6 DISCUSSÃO	56
7 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE	74

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da função do ventrículo direito (VD) por meio da ecocardiografia transtorácica sempre foi relegada a segundo plano por diversos motivos, dentre os quais a falta de padronização de técnicas para avaliação quantitativa, a geometria complexa que esta câmara apresenta, bem como a maior importância dada ao estudo do ventrículo esquerdo, com a percepção errônea de que ele teria maior relevância na fisiopatologia das diversas cardiopatias (VISSER, 2017). Nos últimos anos muitos estudos foram conduzidos de forma a preencher esta lacuna do conhecimento, os quais tinham por objetivo gerar valores de referência (VISSER et al., 2015b), entender como fármacos poderiam influenciar na sua avaliação (VISSER et al., 2015a) e estudar como essa avaliação poderia ser útil nas mais diversas cardiopatias. Dentre as cardiopatias estudadas que afetam o VD podemos destacar a valvopatia mixomatosa mitral, cardiopatia adquirida mais comum na rotina cardiológica e por esse motivo a mais extensamente estudada, e a hipertensão arterial pulmonar das mais diversas etiologias (BARON TOALDO et al., 2016; PETRUS, L, 2016; POSER et al., 2017; RHINEHART et al., 2017; CAIVANO et al., 2018a; CHAPEL et al., 2018a). A estenose pulmonar, objeto de estudo deste trabalho e que também afeta a função do VD, foi tema central de poucas pesquisas sobre o assunto até o momento (NISHIMURA et al., 2018; VISSER et al., 2019).

A estenose pulmonar (EP) é uma cardiopatia congênita das mais frequentemente diagnosticadas na rotina cardiológica veterinária (SCHROPE, 2015; LUCINA et al., 2021). Ela pode se manifestar de três formas principais: subvalvar, valvar e a supravalvar. A forma valvar é a mais comumente diagnosticada, sendo subdividida nos tipos 1 (também chamado de “A”) e 2 (também chamado de “B”) de acordo com características morfológicas do aparato valvar (BUSSADORI et al., 2000; LUCIANI; SCONZA; GUGLIELMINI, 2011; BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016a, 2016b; TRESEDER; JUNG, 2017). A presença destas alterações no aparato valvar causa obstrução da via de saída do ventrículo direito, com conseqüente sobrecarga de pressão e

hipertrofia concêntrica desta câmara, o que pode levar a manifestações clínicas como intolerância ao esforço, síncope e cianose (PEREIRA, G, 2020).

Diversas técnicas de correção cirúrgica da EP foram desenvolvidas, porém atualmente a mais utilizada é a valvoplastia por catéter-balão devido a alta taxa de sucesso com mínima invasividade (BUSSADORI et al., 2001; LOCATELLI et al., 2011).

A avaliação ecocardiográfica da função do VD foi pouco estudada em cães com estenose pulmonar até o presente momento. Embora alguns autores tenham se dedicado a esse estudo, especificamente em pacientes que foram submetidos a valvoplastia por catéter-balão, muito pouco ainda se sabe sobre o comportamento da função ventricular direita após o procedimento de intervenção (NISHIMURA et al., 2018; VISSER et al., 2019). Por essa razão, o presente estudo se propõe a avaliar ecocardiograficamente a função desta câmara cardíaca em animais com estenose pulmonar, bem como estudar o comportamento de diversos índices de função ventricular direita em animais submetidos a intervenção cirúrgica por catéter-balão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O VENTRÍCULO DIREITO E A ARTÉRIA PULMONAR

O ventrículo direito (VD) é a câmara cardíaca que forma a parte cranial da massa ventricular em cães, e embora seja o que constitui quase toda a borda cranial do coração ele não alcança o ápice, o qual é inteiramente constituído pelo ventrículo esquerdo (VE). Ele possui uma geometria complexa com formato triangular quando visto de lado e similar a uma meia lua ao corte transversal, aspecto esse que é conferido pela concavidade do septo em direção ao VE. Seu limite basal é com o átrio direito (AD) por meio do anel atrioventricular direito, o qual é guarnecido pela valva atrioventricular direita ou tricúspide. Já a sua parte esquerda se projeta para cima e forma o cone arterial, que é de onde se origina o tronco pulmonar. Este possui um infundíbulo de onde se origina a valva pulmonar. Ela é composta por três cúspides semilunares; a direita, a esquerda e a intermediária; próximo a margem livre côncava de cada uma delas há uma espécie de nódulo que promove o vedamento perfeito das mesmas durante o seu funcionamento, evitando refluxo de sangue em direção ao VD. Pode-se dizer que há três principais componentes no ventrículo direito: a via de entrada (valva tricúspide, cordas tendíneas e músculos papilares), o ápice com miocárdio trabeculado e o infundíbulo ou região conal, que corresponde a via de saída do ventrículo direito (VSVD). Além disso também podemos dividir esta câmara em paredes lateral, anterior e inferior bem como em seções apical, mesoventricular e basal (Figura 3) (GETTY, 1986; GHOSHAL, N, G.; NANDA, B, 1986; HADDAD et al., 2008a; VISSER, 2017).

Em termos de fibras o ventrículo direito é formado por uma rede tridimensional em camadas, a superficial e a profunda (Figura 1). A superficial é uma camada onde as fibras apresentam um arranjo circunferencial, seguindo o formato do sulco atrioventricular. Em certo ponto essa orientação se torna oblíqua em direção ao ápice, continuando em direção a camada superficial do VE. Já a camada profunda é composta por fibras com arranjo longitudinal e

orientação base-ápice (Figura 2). Embora seja considerado como parte do VE, o septo interventricular contém fibras longitudinais que pertencem ao VD (HADDAD et al., 2008a; VISSER, 2017).

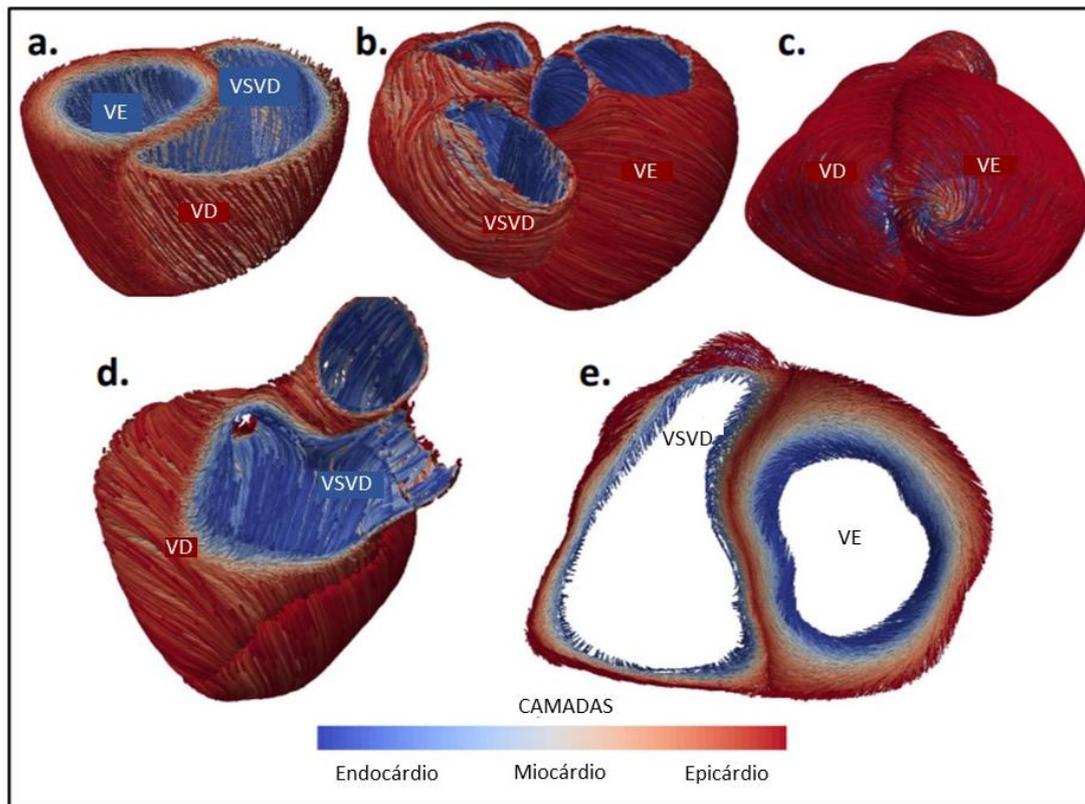


Figura 1. Orientação das fibras musculares do VD e VE obtidas por computador. Nota-se, em azul, camadas mais profundas com predominância de orientação longitudinal (Adaptado de DOSTE et al., 2019)

Legenda: VE: ventrículo esquerdo; VSVD: via de saída do ventrículo direito; VD: ventrículo direito

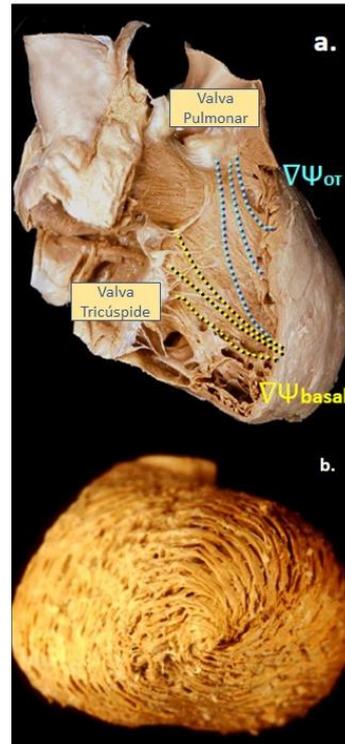


Figura 2: Peças anatômicas ilustrando a orientação das fibras musculares. A: Orientação longitudinal das fibras sub-endocárdicas em direção a valva pulmonar e tricúspide (linhas pontilhadas azul e amarela, respectivamente; B: Visão apical mostrando as fibras circunferenciais da camada epicárdica (Adaptado de DOSTE et al., 2019)

Legenda: $\Delta\Psi_{\text{basal}}$: sentido ápico-basilar; $\Delta\Psi_{\text{OT}}$: sentido ápico-via de saída

Em termos fisiológicos o VD tem como função principal bombear o sangue recebido no retorno venoso para o leito vascular pulmonar. A sua contração é sequencial, iniciando-se pela via de entrada e ápice trabeculado e terminando com a região infundibular, a qual contrai por um tempo maior que os demais segmentos. Essa contração ocorre por meio de 3 mecanismos: o movimento da parede livre em direção a cavidade, criando um efeito de fole; a contração das fibras longitudinais, o que encurta o eixo longo e aproxima o anel tricúspide do ápice; e por fim, a tração da parede livre nos pontos de ancoragem secundária a contração do VE. A contração do VD ocorre primordialmente no sentido longitudinal em detrimento do radial, assim como já demonstrado em estudo experimentais em cães, e isso difere substancialmente da contração do VE

banda septomarginal, a banda moderadora e o músculo papilar anterior da valva tricúspide. A esse arco dá-se o nome de *proximal os infundibulum* (Figura 4). Assim, a região considerada proximal é o seio, que vai desde o anel valvar tricuspídeo até o arco muscular (*proximal os infundibulum*) e a região distal é o infundíbulo propriamente dito, que vai desde o arco até a valva pulmonar. As estruturas que compõem o arco são consideradas como parte do infundíbulo. Essas duas regiões possuem origens embriológicas distintas, com o infundíbulo sendo formado em sua maior parte por fibras superficiais circunferenciais. Isso somado ao fato de que esta região contrai de forma atrasada em relação ao seio (cerca de 20 a 50 milissegundos após) confere uma movimentação semelhante ao movimento peristáltico. Desta forma, embora a região do seio seja responsável pela maior parte do débito cardíaco (cerca de 80%) a região infundibular possui um importante papel como condute na ejeção sanguínea. É importante salientar também que as diferentes regiões desta câmara respondem ao sistema nervoso autônomo de formas distintas. Assim, a via de saída do VD tende a responder com maior vigor a estímulos simpáticos e inotrópicos (GEVA et al., 1998; HADDAD et al., 2008a).

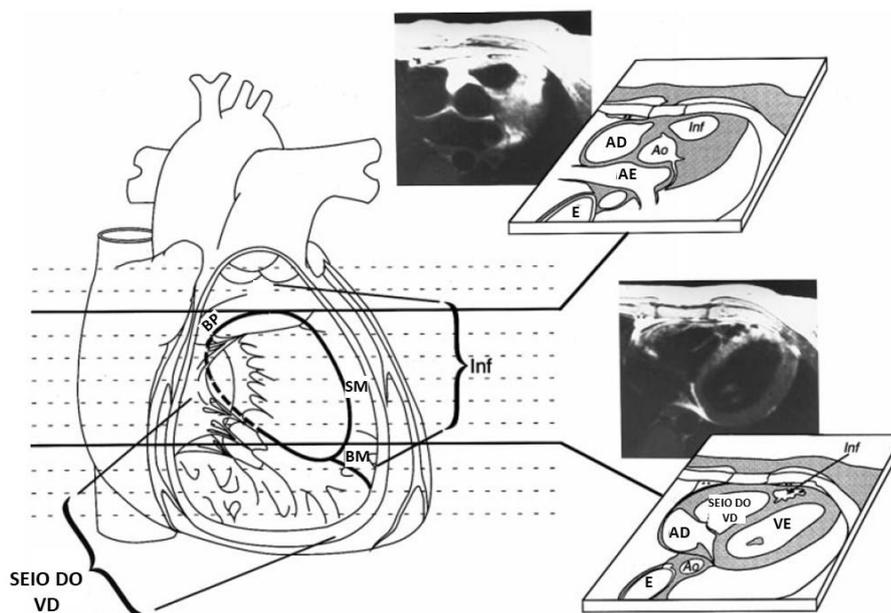


Figura 4: Esquema ilustrativo do arco muscular que divide o VD em duas porções (Adaptado de GEVA et al., 1998)

Legenda: BM: banda moderadora; SM: banda septomarginal; BP: banda parietal; Inf: infundíbulo; AD: átrio direito; Ao: aorta; E: espinha

A continuidade e conseqüente compartilhamento de fibras superficiais entre os ventrículos, bem como o septo interventricular e o pericárdio, são fatores responsáveis pelo fenômeno da interdependência ventricular. Assim, o tamanho, formato e a complacência de um dos ventrículos influenciarão diretamente no tamanho, formato e complacência do outro por meio de interações mecânicas. A interdependência ventricular durante a sístole é mediada principalmente pelo septo, enquanto durante a diástole o pericárdio também possui um papel significativo (HADDAD et al., 2008a).

2.2 CONCEITOS GERAIS SOBRE CARDIOPATIAS CONGÊNITAS EM CÃES

Em cardiologia veterinária costuma-se dividir as cardiopatias em dois grandes grupos: as adquiridas e as congênitas. O termo cardiopatia congênita engloba diversas más-formações do coração e grandes vasos que estão presentes ao nascimento, ainda que diagnosticadas em momentos posteriores durante a vida adulta. Elas são decorrentes de alterações na fase embrionária causadas por fatores genéticos ou ambientais, que fazem com que determinada estrutura não se desenvolva corretamente ou mesmo que esse desenvolvimento não passe de estágios embrionários iniciais. As alterações de fluxo causadas por essas más-formações podem influenciar significativamente o desenvolvimento estrutural e funcional do sistema cardiovascular. O estudo dessas doenças avançou de forma crescente nos últimos anos, incentivando o aprimoramento dos métodos diagnósticos com maior precisão das informações obtidas por meio deles. Como consequência, o entendimento das estratégias terapêuticas e o desenvolvimento de métodos corretivos para estas anomalias apresentaram desenvolvimento extremamente significativo, em especial na última década (BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017; WEBB, G, D.; SMALLHORN, J, F.; THERTIEN, J.; REDINGTON, A, 2018; PEREIRA, G, 2020).

Embora seja notória a menor incidência das cardiopatias congênitas em relação as adquiridas a proporção dos diagnósticos pode variar de acordo com a fonte consultada, desde 0,13% até 17% dos casos atendidos. Estudos mais antigos mostravam a maior incidência da persistência do ducto arterioso (PDA) em detrimento das demais cardiopatias congênitas. No entanto isso não tem sido observado em estudos europeus e brasileiros mais recentes, onde as estenoses, sejam elas sub-aórticas ou pulmonares, mostraram-se cada vez mais presentes na população. Interessante notar que essa variação nos dados de prevalência é muito comum no estudo das cardiopatias congênitas, isso porque muitas delas possuem um caráter hereditário, com linhagens específicas dentro de determinadas raças sendo acometidas com maior frequência por determinadas anomalias. Assim, diferenças populacionais nos estudos, seja pela localização geográfica onde a pesquisa foi realizada, o local (se foi um centro de referência ou atendimento primário) ou pelas raças inclusas na análise podem resultar nos dados divergentes por vezes observados na literatura (MACDONALD, 2006; SCHROPE, 2015; UMBELINO, R, M.; LARSSON, M, H, M, 2015; PEREIRA, G, 2020; LUCINA et al., 2021).

2.2.1 Estenose pulmonar

2.2.1.1 Conceitos gerais e fisiopatologia

Obstruções na via de saída do ventrículo direito (VSVD) podem ocorrer como resultado de alterações nas regiões sub-valvar, valvar e supra-valvar (a obstrução ocorre já no interior da artéria pulmonar). A mais comumente observada é a forma valvar que é decorrente de má-formação no aparato valvar pulmonar (displasia) sendo atualmente uma das mais frequentes cardiopatias congênitas, respondendo por 11% a 23% destes diagnósticos. Dentre as raças mais acometidas destacam-se o boxer, o buldogue inglês e o buldogue francês, porém diversas outras raças merecem menção tais como o beagle, o samoieda, o chihuahua, o schanuzer miniatura, o boykin spaniel, o cocker spaniel, o labrador retriever, o mastiff, o terra nova, o basset hound, o

keeshond, o west highland white terrier e o fox terrier (BUSSADORI et al., 2001; MACDONALD, 2006; LOCATELLI et al., 2013; BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017; PEREIRA, G, 2020; LUCINA et al., 2021).

As lesões valvares observadas podem variar, observando-se diversos graus de espessamento valvar, deformação, fusão comissural e hipoplasia anular. A correta análise das lesões valvares é de suma importância pois tem grande influência nas decisões terapêuticas relativas ao procedimento intervencionista com balão bem como no prognóstico, portanto deve ser realizada de forma meticulosa durante a ecocardiografia. As características patológicas dessas lesões foram descritas em cães, convencionando-se dividi-las em dois tipos a partir das características observadas: tipo 1 ou A e tipo 2 ou B. No primeiro nota-se os folhetos com discreto ou nenhum espessamento e fusão comissural, fazendo com que ao se movimentarem os folhetos apresentem um abaulamento durante a sístole devido a abertura incompleta, assumindo um aspecto semelhante a um domo de igreja e sendo assim chamado de efeito “*doming*” (Figura 5). O segmento inicial e a raiz da artéria pulmonar têm tamanho normal, e geralmente observa-se dilatação pós-estenótica secundária ao fluxo turbulento que passa pelo orifício estenótico, mesmo em graus mais leves. A região infundibular em geral encontra-se sem alterações, embora possa haver estreitamento dessa região como consequência da hipertrofia significativa do VD. É o tipo de estenose que guarda semelhanças com a EP “típica” ou “clássica” observada em crianças na medicina humana. Já o tipo 2 ou B caracteriza-se por um aspecto mais displásico da valva (e por isso sendo em medicina humana chamado de tipo “displásico”). Nesse tipo é possível observar folhetos com um espessamento mais acentuado, deformados e assimétricos, muitas vezes com uma movimentação bastante reduzida (Figura 6). Pode-se também por vezes observar um anel fibroso logo abaixo do aparato valvar, mas sua principal característica é a presença de um anel valvar pulmonar hipoplásico (Figura 6) (PATTERSON; HASKINS; SCHNARR, 1981; MUSEWE et al., 1987; BUSSADORI et al., 2000, 2001; MACDONALD, 2006; MICHELFELDER, E, C.; BORDER, W, 2010; BOON, 2011; LOCATELLI et al.,

2011; BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016a; BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017).

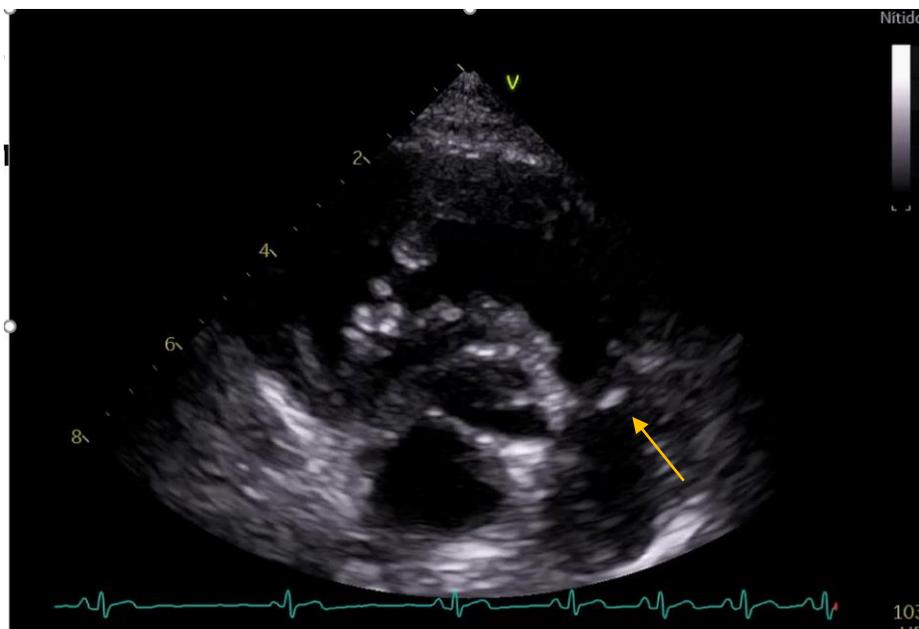


Figura 5: estenose valvar tipo 1 /A. A seta amarela mostra o aspecto característico de abaulamento dos folhetos valvares (*Doming*). Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022



Figura 6: estenose valvar tipo 2 / B. A imagem da esquerda mostra hipoplasia anular evidente. Na imagem da direita nota-se os folhetos valvares displásicos, com aspecto alongado. Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022

VD: ventrículo direito; AO: Aorta; AE: átrio esquerdo; AP: artéria pulmonar

A estenose do tipo 1 é o mais frequentemente observado nos cães, não apresentando nenhuma predisposição racial. Já a estenose do tipo 2 é comum em raças braquicefálicas, especialmente o bulldogue francês, que pode apresentar formas bastante graves da doença. Há também uma variação, descrita como do tipo “ampulheta” (*hourglass*), na qual não há grau significativo de fusão comissural e o espessamento não é evidente, porém há uma diminuição do diâmetro na região do anel valvar quando comparado à via de saída do ventrículo direito (VSVD), assemelhando-se a uma “garrafa”, bem como uma aparente fusão parcial dos ápices dos folhetos à parede da artéria pulmonar, o que cria um componente pós-valvar na obstrução embora ainda assim não se considere esta variação como uma estenose supravalvar. Neste tipo nota-se, também, dilatação pós-estenótica, o que confere um aspecto parecido ao de uma ampulheta ao tronco pulmonar (Figuras 7 e 8). É importante dizer que embora os tipos 1 e 2 sejam por vezes tratados como duas entidades distintas, podemos observar animais com fenótipos intermediários nas quais características de ambas as formas coexistem. Desenhos esquemáticos das anormalidades valvares presentes nos tipos de estenose assim como na variante *hourglass* podem ser apreciados na figura 9 (PATTERSON; HASKINS; SCHNARR, 1981; MILO et al., 1988; BUSSADORI et al., 2001; BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016b; BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017).

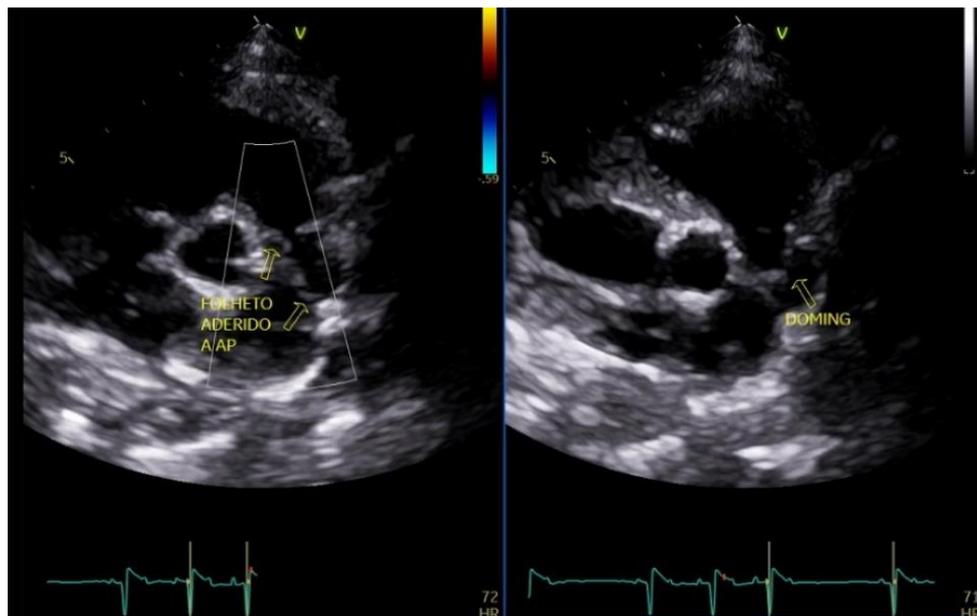


Figura 7: Deformidade *hourglass*. Na imagem da esquerda observa-se a adesão de parte do folheto a parede da artéria pulmonar. Na imagem da direita nota-se o abaulamento do folheto (*doming*). VILLAS BÔAS, V. M., 2022

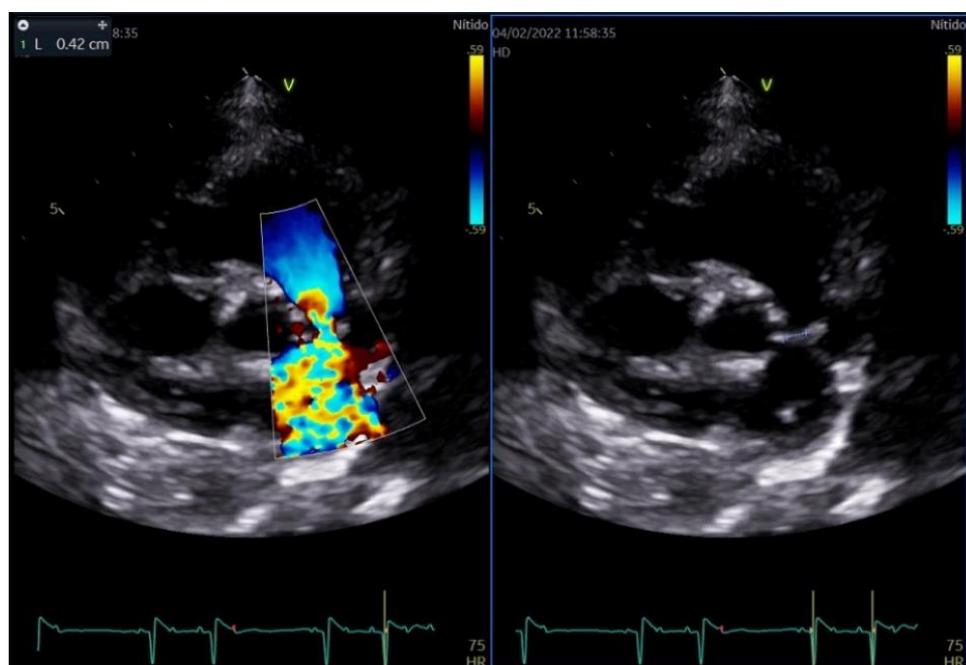


Figura 8: Deformidade *hourglass*. Na imagem da esquerda observa-se o mosaico de cores no *Doppler* colorido, denotando fluxo turbulento. Na imagem da direita nota-se o formato semelhante a uma ampulheta causado pela dilatação pós-estenótica. Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022

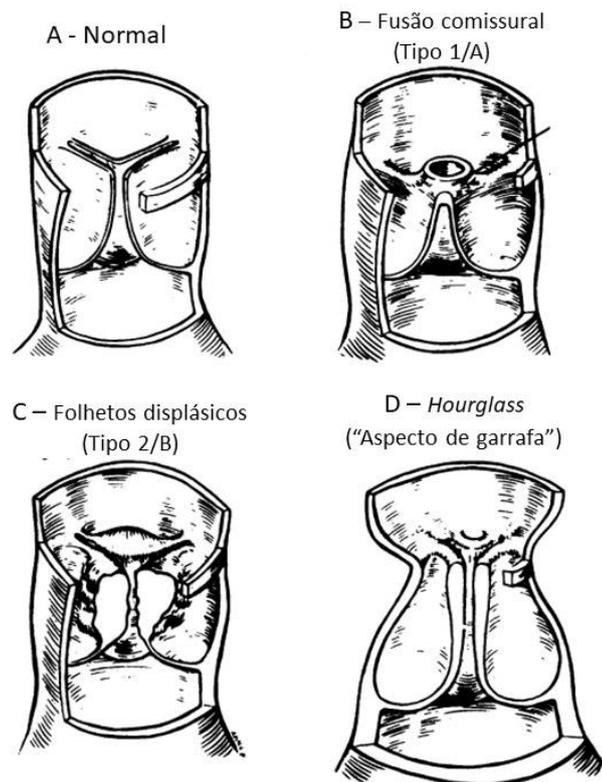


Figura 9: Desenho esquemático dos diferentes tipos de estenose pulmonar. A: Folhetos valvares sem alteração; B: Folhetos apresentando fusão comissural, característica de estenoses do tipo 1/A; C: Folhetos displásicos característicos de estenoses do tipo 2/B; D: Deformidade de *hourglass*, com folhetos adquirindo um aspecto de “garrafa” (Adaptado de MILO et al., 1988)

Além da estenose valvar dos tipos 1 e 2 também foi observada em cães, embora de forma muito mais rara, a ocorrência de estenose supralvar pulmonar. Esse tipo de estenose pode ocorrer de diversas formas, acometendo isoladamente a artéria pulmonar principal na forma de um estreitamento único até estenose difusa de regiões mais distais deste vaso (Figura 10). São descritas quatro formas de estenose supralvar pulmonar. No tipo 1 há o estreitamento de forma isolada da artéria pulmonar principal ou do ramo direito ou esquerdo. O tipo 2 localiza-se na bifurcação da artéria pulmonar, com envolvimento de suas porções distais. O tipo 3 caracteriza-se por múltiplos segmentos da artéria pulmonar principal estenosados, e no tipo 4 essas múltiplas estenoses podem também se localizar em segmentos periféricos,

além da parte principal deste vaso. Em humanos, 66% dos casos das estenoses supra-avalvares estão localizadas no tronco principal da artéria pulmonar, em sua bifurcação ou nos ramos esquerdo e direito (SODA et al., 2009; MICHELFELDER, E, C.; BORDER, W, 2010; LUCIANI; SCONZA; GUGLIELMINI, 2011; TRESEDER; JUNG, 2017; KIM et al., 2021).

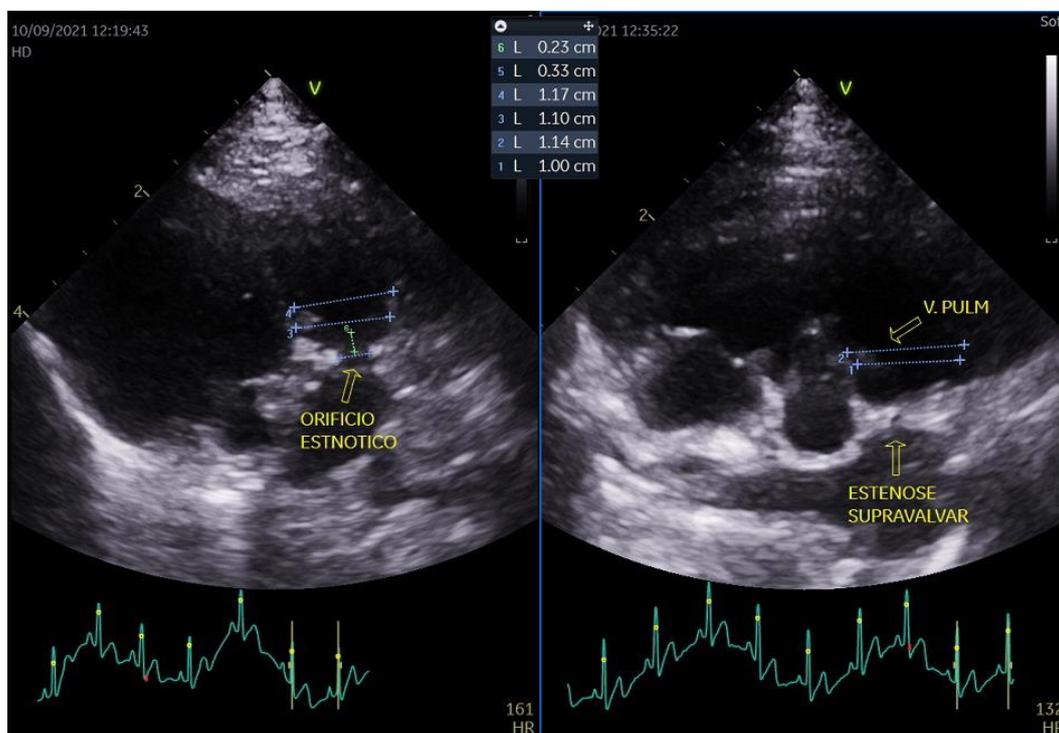


Figura 10: Estenose supra-avalvar pulmonar. Nota-se em ambas as imagens a presença de anel fibroso em região supra-avalvar. As medidas de 1 a 4 referem-se ao anel valvar, a 5 ao orifício estenótico e a 6 reflete a distância entre o aparato valvar e o anel fibroso. Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022.

A presença de uma obstrução fixa na VSVD causará um aumento na pós-carga, e com isso uma hipertensão sistólica no VD. Esse aumento de pressão no VD acarretará em hipertrofia concêntrica desta câmara, em decorrência da sobrecarga de pressão, bem como fibrose miocárdica. Essa hipertrofia causa, com o tempo, prejuízo da função diastólica ventricular direita, além de disfunção sistólica biventricular e falência cardíaca direita, já que esta não é câmara que se adapta bem ao aumento de pressão. A disfunção diastólica crônica do VD afetará a pressão interna do átrio direito podendo levar a sua dilatação, o que predispõe o paciente ao surgimento de arritmias

supraventriculares. Com o aumento da pressão no átrio direito podem surgir as manifestações clínicas de insuficiência cardíaca congestiva direita (ICCD) como síncope, distensão jugular, ascite e efusão pleural (MACDONALD, 2006; HADDAD et al., 2008b; BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017; PEREIRA, G, 2020).

2.2.1.2 Diagnóstico

O período assintomático em pacientes com EP pode variar de acordo com a gravidade da lesão, ou seja, quanto maior o grau da estenose espera-se que as manifestações clínicas sejam mais acentuadas. Quadros de intolerância ao esforço, síncope e cianose podem ser observados logo nos primeiros meses de vida, relacionados ao quadro de hipoxemia decorrente da baixa perfusão pulmonar e oxigenação sanguínea. O mais marcante achado do exame físico é um sopro sistólico ou holossistólico auscultado com maior intensidade no hemitórax esquerdo, altura do 3º espaço intercostal, e que propaga dorsalmente. Pode haver a presença de frêmito à palpação do tórax, em região logo abaixo do membro torácico esquerdo. Caso haja outras alterações valvares concomitantes, como insuficiência valvar pulmonar ou tricúspide poderá haver um sopro diastólico em foco pulmonar ou um sopro holossistólico no hemitórax direito, respectivamente (MACDONALD, 2006; BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017; PEREIRA, G, 2020).

O eletrocardiograma poderá denotar sobrecarga de câmaras direitas apenas em casos mais acentuados, sendo observadas alterações como ondas S profundas nas derivações I, II, III e aVF e desvio do eixo elétrico para a direita. Bloqueio do ramo direito pode ser observado ocasionalmente, e as arritmias supraventriculares são as mais comumente diagnosticadas, com especial destaque para a fibrilação atrial, geralmente em cães de grande porte. Arritmias ventriculares são incomuns. A radiografia de tórax mostrará aumento de câmaras direitas bem como dilatação do tronco pulmonar. Pode haver presença de efusão pleural eventualmente, em casos de ICC direita

(MACDONALD, 2006; BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, 2017; PEREIRA, G, 2020).

Nenhum desses exames complementares é tão útil e essencial no diagnóstico desta doença quanto o ecocardiograma. Por meio dele é possível analisar o aparato valvar e definir o tipo da estenose, avaliar as câmaras cardíacas direitas, sua função, bem como definir a gravidade da doença por meio da análise *Doppler*. Além disso, com o tratamento da estenose pulmonar por valvoplastia percutânea por catéter-balão (VPB) tornando-se uma realidade a ecocardiografia tornou-se essencial tanto na avaliação prévia como também posterior à realização da VPB (BUSSADORI et al., 2001; BOON, 2011; LOCATELLI et al., 2013; BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016a, 2016b).

Dentre as imagens padrão preconizadas em cardiologia veterinária para a realização do ecocardiograma, quatro cortes podem ser utilizados para se avaliar o tronco pulmonar e o aparato valvar: os cortes transversal e oblíquo na janela paraesternal direita e os cortes longitudinal e transversal da janela paraesternal esquerda cranial. O aparato valvar deve ser exaustivamente avaliado quanto a morfologia dos folhetos, sua movimentação, bem como o anel valvar de forma que o tipo da estenose seja definido com o máximo de confiabilidade. Para a definição da presença ou não de hipoplasia anular é realizada a mensuração do anel valvar pulmonar e do anel valvar aórtico, de maneira que as medidas possam ser comparadas. A medida do anel valvar pulmonar pode ser obtida tanto na janela paraesternal direita como na paraesternal esquerda cranial, utilizando como referência o local de inserção dos folhetos, medindo-se logo abaixo destes pontos. Da mesma forma, o anel valvar aórtico deve ser mensurado logo abaixo do ponto de inserção dos folhetos no corte longitudinal da janela paraesternal direita (Figura 11). Em ambos os casos, a medida deve ser feita na fase final da sístole, e considera-se que há hipoplasia do anel quando a relação aorta / artéria pulmonar (Ao / Ap) for acima de 1,2. A região da junção sinotubular também deve ser analisada com interesse, dada a possibilidade de estenoses supraavulares estarem presentes (THOMAS et al., 1993; BUSSADORI et al., 2001; LOCATELLI et al., 2011; BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016a).

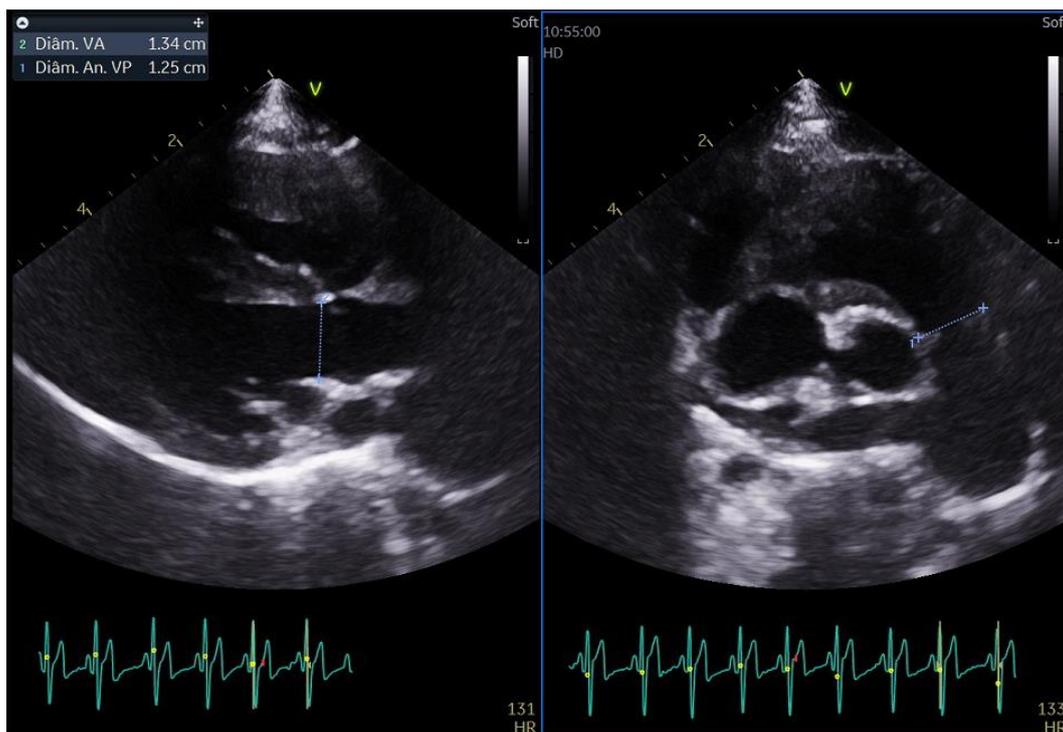


Figura 11: Relação aorta / pulmonar como descrito no texto. Na imagem da esquerda a janela utilizada foi a paraesternal direita, corte longitudinal. Na imagem a direita, janela paraesternal direita, corte transversal. Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022.

Uma informação crucial que pode ser fornecida pela ecocardiografia é a presença de artérias coronárias anômalas. Em um cão normal a artéria coronária esquerda surge a partir do óstio coronariano esquerdo, localizado no seio coronariano esquerdo, e a artéria coronariana direita surge do óstio coronariano direito, no seio coronariano direito. Em cães, especialmente nos braquicefálicos como o buldogue inglês e o buldogue francês, a anomalia coronariana do tipo R2A é a mais comum de ser observada. Nela, a artéria coronariana surge do óstio coronariano direito e logo se ramifica, sendo que um dos ramos será a coronária direita que irrigará o ventrículo direito como usualmente, e o outro será a coronária esquerda que irrigará o ventrículo esquerdo por um caminho anômalo, chamado de pré-pulmonar (Figura 12). Embora o suprimento sanguíneo permaneça inalterado e a alteração seja a princípio benigna para o animal, esse painel muda a partir do momento que há a possibilidade dele ser submetido a VPB, pois no curso pré-pulmonar a artéria

circundará o tronco pulmonar, e no momento da utilização do balão pode haver a ruptura da artéria com consequências fatais (BOON, 2011; SCANSEN, 2017).

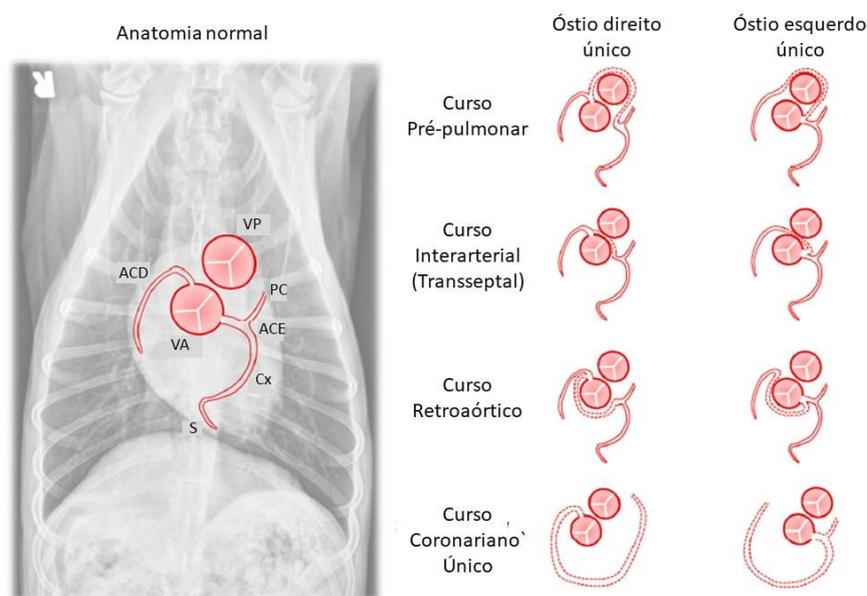


Figura 12: Representação esquemática das anomalias das artérias coronárias, com origem e curso. Na imagem da esquerda tem-se o desenho da anatomia coronariana normal sobreposta a uma radiografia torácica em projeção ventrodorsal, e a direita tem-se a representação das variações possíveis no curso das anomalias coronarianas seguindo a mesma orientação da imagem a esquerda (Adaptado de SCANSEN, 2017)

Legenda: VP: valva pulmonar; VA: valva aórtica; ACD: artéria coronariana direita; ACE: artéria coronariana esquerda; PC: ramo interventricular paraconal; Cx: ramo circunflexo; S: ramo interventricular subsinusal

A avaliação das câmaras cardíacas direitas é essencial em casos de EP. O ventrículo direito costuma responder a sobrecarga de pressão com hipertrofia concêntrica, com intuito de normalização da tensão da parede e manutenção do volume ejetado. A definição se há ou não hipertrofia, por meio do ecocardiograma, é necessária pois a sua presença dificulta a passagem do catéter durante a VPB. Além disso, especificamente na região conhecida como infundíbulo, na VSVD, a hipertrofia pode levar durante a intervenção, ao fenômeno do “ventrículo direito suicida”. Este fenômeno está correlacionado

com a hipertrofia excessiva da VSVD, a hiperatividade miocárdica nesta região e o alto gradiente transvalvar, que causam o “fechamento” total da região subvalvar de forma dinâmica. O uso de beta-bloqueadores de forma profilática dias antes do procedimento, bem como no transcirúrgico, é recomendado em pacientes predispostos a esta situação. O átrio direito possui papel significativo na fisiopatologia da doença, portanto a avaliação de suas dimensões também é essencial (KHAMBATTA et al., 2006; APREA et al., 2014; BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016b; GENTILE-SOLOMON; ABBOTT, 2016; VISSER et al., 2019).

O Doppler é uma ferramenta útil no diagnóstico da EP. Dentro de suas modalidades convencionais são úteis o Doppler colorido e o espectral, sendo o contínuo o mais utilizado. O Doppler colorido ajuda a definir a extensão da obstrução da estenose, ou seja, se ela está presente somente no nível da valva ou se inicia desde a região da VSVD. Já o Doppler contínuo nos permite avaliar o fluxo pulmonar e mensurar sua velocidade máxima, de forma a graduar a gravidade da estenose. Assim, de acordo com o gradiente de pressão encontrado costuma-se definir a gravidade como se segue: gradientes < 50 mmHg são consideradas estenoses discretas; gradientes entre 50 mmHg e 80 mmHg são estenoses moderadas e acima de 80 mmHg são consideradas importantes (BUSSADORI et al., 2000; PEREIRA, G, 2020).

Embora largamente utilizado na avaliação ecocardiográfica da estenose pulmonar, o gradiente transvalvar pulmonar sofre influências não só da gravidade da estenose, mas também do próprio fluxo. Assim, variáveis que possam influenciar o fluxo como a queda do débito cardíaco (uso de sedativos, analgésicos, fármacos inotrópicos negativos e disfunção sistólica do VD) podem levar erroneamente a subestimação do grau da estenose, e isso é particularmente importante pois os beta-bloqueadores são largamente utilizados nesta doença, em especial em animais que serão submetidos a VPB. Da mesma forma situações de ansiedade e estresse, tônus simpático aumentado e anemia podem fazer com que o grau da estenose seja superestimado. Assim, atualmente na medicina humana preconiza-se uma abordagem onde diversos parâmetros são levados em consideração na graduação da estenose, como por exemplo o cálculo do VTI, onde não só a

velocidade máxima do fluxo transvalvar, mas também a distância que o sangue percorre durante a ejeção, é levada em consideração. Assim, por meio do VTI é possível obter alguns parâmetros importantes como o gradiente máximo e médio, bem como a velocidade máxima do fluxo em questão. A partir deste estudo é possível que algumas relações de interesse sejam calculadas, como a razão entre o VTI aórtico e o pulmonar (VTIAo / VTI Pulm) e a razão entre as velocidades ($V_{m\acute{a}x}$ Ao / $V_{m\acute{a}x}$ Pulm). Embora a abordagem com avaliação apenas do gradiente transvalvar ainda seja a mais comum na cardiologia veterinária, a utilização de todos os parâmetros em conjunto tende a se tornar a conduta mais aceita no futuro, em especial em situações onde há disfunção sistólica ou uso de inotrópicos negativos (NISHIMURA et al., 2018).

O ecocardiograma também se mostra útil na avaliação após a VPB. Durante o exame, que deve ser feito dentro das 24 horas posteriores ao procedimento bem como após 1, 3, 6 e 12 meses, são avaliados o aparato valvar e o fluxo na artéria pulmonar, bem como o ventrículo direito e o esquerdo. Muitas vezes, após o procedimento a valva se apresenta mais espessada que antes do procedimento devido ao “trauma” ao qual ela é submetida, e é esperada uma redução de cerca de 50% no gradiente para que o procedimento seja considerado bem-sucedido. Porém, há de se levar em consideração a influência da função da VSVD e o edema valvar que pode estar presente. Esses fatores podem mascarar a redução que seria esperada no gradiente, e o verdadeiro resultado do procedimento muitas vezes só pode ser apreciado a longo prazo após a diminuição da hipertrofia ventricular e do edema valvar. Outros parâmetros de avaliação menos influenciados pelo fluxo como a razão VTI Ao / VTI Pulm e a $V_{m\acute{a}x}$ Ao / $V_{m\acute{a}x}$ Pulm também ajudam na avaliação já que aumentam após a VPB (BUSSADORI, C.; PRADELLI, 2016b; NISHIMURA et al., 2018).

2.2.1.3 Avaliação da função ventricular direita

O ventrículo direito desempenha importante papel na morbidade e mortalidade de pacientes com cardiopatias, já que ele é afetado por diversas

delas, tais como hipertensão arterial pulmonar (de diversas etiologias), cardiomiopatias como a cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito, pericardiopatias, más-formações valvares pulmonares e/ou tricuspídeas, desvios (*shunts*) cardíacos, bem como cardiopatias congênicas complexas como a tetralogia de Fallot. No entanto, a sua avaliação sempre foi relegada ao segundo plano devido a diversos fatores, tais como a maior importância dada ao estudo do ventrículo esquerdo, o desconhecimento das técnicas que tornariam possível uma avaliação quantitativa, ou até pelas dificuldades inerentes a anatomia desta câmara cardíaca. Dentre essas dificuldades podemos citar a complexa geometria que ela apresenta, a qual dificulta a aplicação das fórmulas matemáticas utilizadas para avaliação do ventrículo esquerdo, trabeculações endocárdicas mais proeminentes, vias de saída e entrada que não podem ser avaliadas simultaneamente no ecocardiograma e a acentuada influência que a pré-carga tem no seu funcionamento (VISSER, 2017).

Em medicina humana existe, desde 2010, diretrizes específicas para avaliação das câmaras direitas publicadas pela Sociedade Americana de Ecocardiografia (*American Society of Echocardiography – ASE*), as quais visaram a padronização da avaliação ecocardiográfica por meio de cortes ecocardiográficos específicos, quais técnicas poderiam ser empregadas na rotina bem como os valores de referência para a interpretação do exame. Tal padronização inexistente em medicina veterinária até o momento, muito embora uma gama significativa de estudos tenha emergido nos últimos anos. Em sua maioria, estes estudos buscaram adaptar técnicas já estudadas na medicina humana, utilizando preferencialmente o corte apical quatro câmaras otimizado para as câmaras direitas. É importante salientar que os estudos em humanos validaram estas técnicas por meio de cateterização cardíaca ou ressonância magnética, o que não foi feito em medicina veterinária. Além disso, elas também possuem limitações com relação a dependência de carga e região avaliada (muitas delas avaliam apenas a função longitudinal deixando de lado a VSVD, por exemplo) (RUDSKI et al., 2010; VISSER, 2017).

Assim, embora durante muitos anos a avaliação qualitativa tenha predominado, esse tipo de avaliação não é tão eficaz quanto métodos

quantitativos no sentido de auxiliar na decisão terapêutica, inclusive em doenças que tradicionalmente afetam em maior grau o lado esquerdo do coração mostrando que o fenômeno da interdependência ventricular não deve ser ignorado e que a avaliação de apenas um dos ventrículos isoladamente pode levar a erros diagnósticos. Estudos foram conduzidos com o intuito de elaborar valores de referência para algumas técnicas específicas de avaliação ecocardiográfica da função ventricular direita bem como estudar a aplicação destas técnicas em doenças que acometem o lado direito do coração e a influência que certos fármacos podem exercer sobre estes índices (VISSER et al., 2015b, 2015a; VISSER, 2017).

Diversas técnicas de avaliação ecocardiográfica do ventrículo direito têm sido estudadas, seja utilizando o modo unidimensional (Modo-M) e o bidimensional (Modo-B) seja fazendo uso do *Doppler* tecidual espectral (VISSER et al., 2015b).

Dentre elas a excursão sistólica do plano anular tricúspide (TAPSE) tem sido uma das principais técnicas estudadas em cães, especialmente em animais com doença mixomatosa valvar mitral e hipertensão arterial pulmonar. Ela consiste em avaliar a movimentação do anel valvar tricúspideo em direção ao ápice cardíaco durante a sístole, de forma que a função sistólica do VD possa ser avaliada quantitativamente (Figura 13). Possui forte influência do peso corporal, e apresenta a limitação de apenas avaliar a função longitudinal (não considerando, portanto, a contribuição da via de saída para a função sistólica); no entanto o ventrículo direito apresenta a maior parte da sua movimentação neste sentido (longitudinal) tornando esta limitação menos relevante. Além disso, esta técnica é extremamente fácil de ser realizada, o que com certeza contribuiu para que seja uma das mais estudadas atualmente, possuindo referências publicadas tanto indexadas ao peso corporal como também a aorta. Pode ser feita por meio da análise do modo-M ou no bidimensional (VISSER et al., 2015b; VISSER, 2017; CAIVANO et al., 2018b; CHAPEL et al., 2018b; VISSER; SINTOV; OLDACH, 2018).

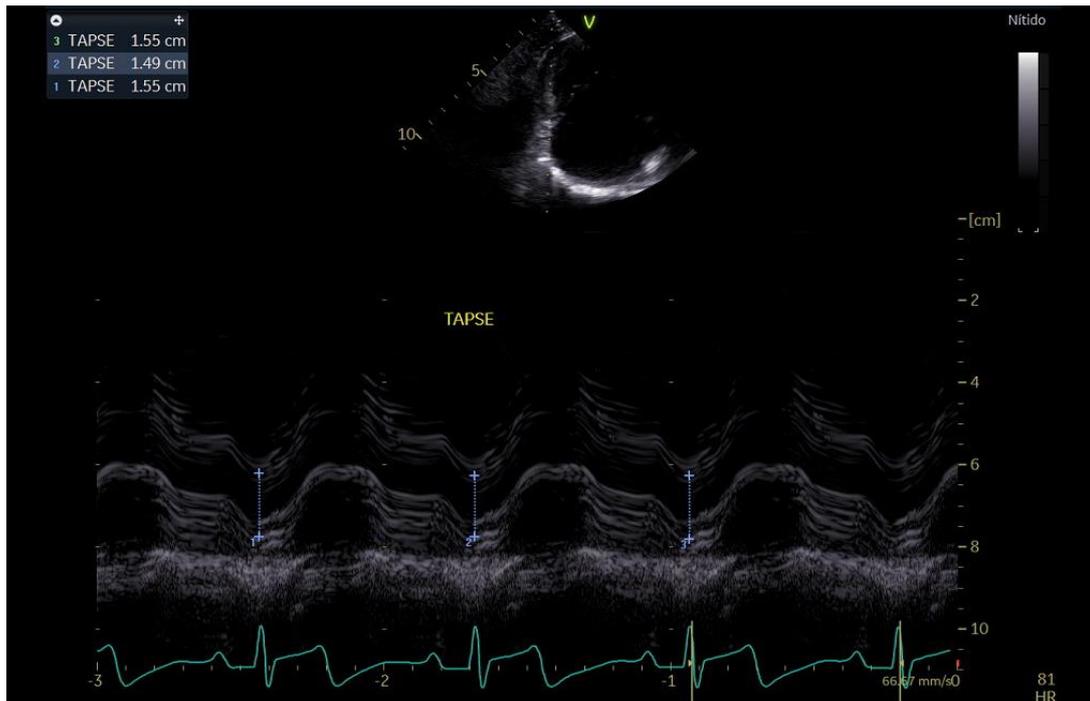


Figura 13: Mensuração do TAPSE ao ecocardiograma. Acima, corte apical bidimensional quatro câmaras focado nas câmaras direitas e o cursor do modo-M posicionado no anel tricúspide. Abaixo, a movimentação do anel no modo-M, desde a diástole até o ápice da sístole. Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022.

A variação fracional da área (FAC) é uma técnica que serve como substituto na avaliação da fração de ejeção, já que avalia a variação da área do ventrículo direito durante o ciclo cardíaco, fornecendo informações acerca da movimentação longitudinal e radial desta câmara cardíaca. Embora não seja uma técnica ângulo dependente é necessário que as imagens utilizadas sejam de alta qualidade, já que será necessário delimitar o endocárdio, fazendo com que em alguns animais a janela ecocardiográfica seja um limitador. Nessa técnica, estima-se a área do VD em diástole e sístole, e então a variação entre estes dois momentos é calculada (Figura 14). É um índice com moderada correlação com o peso corporal e altamente correlacionado com a frequência cardíaca (VISSER et al., 2015b; VISSER, 2017; CHAPEL et al., 2018b).

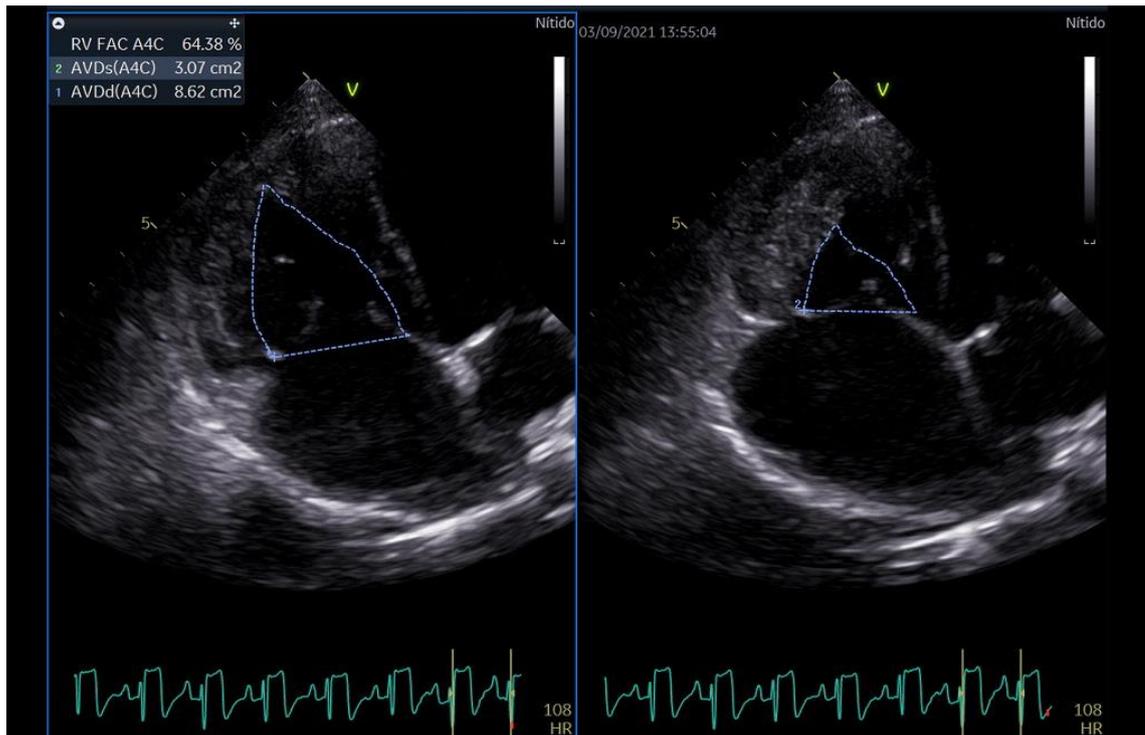


Figura 14: Realização da técnica de variação fracional da área (FAC). Na imagem da esquerda a área do VD é determinada durante a diástole, e na direita na sístole. Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2002.

A velocidade miocárdica máxima do anel lateral tricuspídeo derivada do Doppler tecidual espectral (S^{VD}) assim como o TAPSE avalia a função longitudinal do ventrículo direito (Figura 15). Embora seja de fácil execução exige pós-processamento, além de ser ângulo dependente. É um índice estudado com certa frequência na cardiologia veterinária, com algumas referências publicadas. Assim como os demais índices já descritos anteriormente apresenta correlação com o peso corporal, no caso moderada (VISSER et al., 2015b; VISSER, 2017; CHAPEL et al., 2018b).

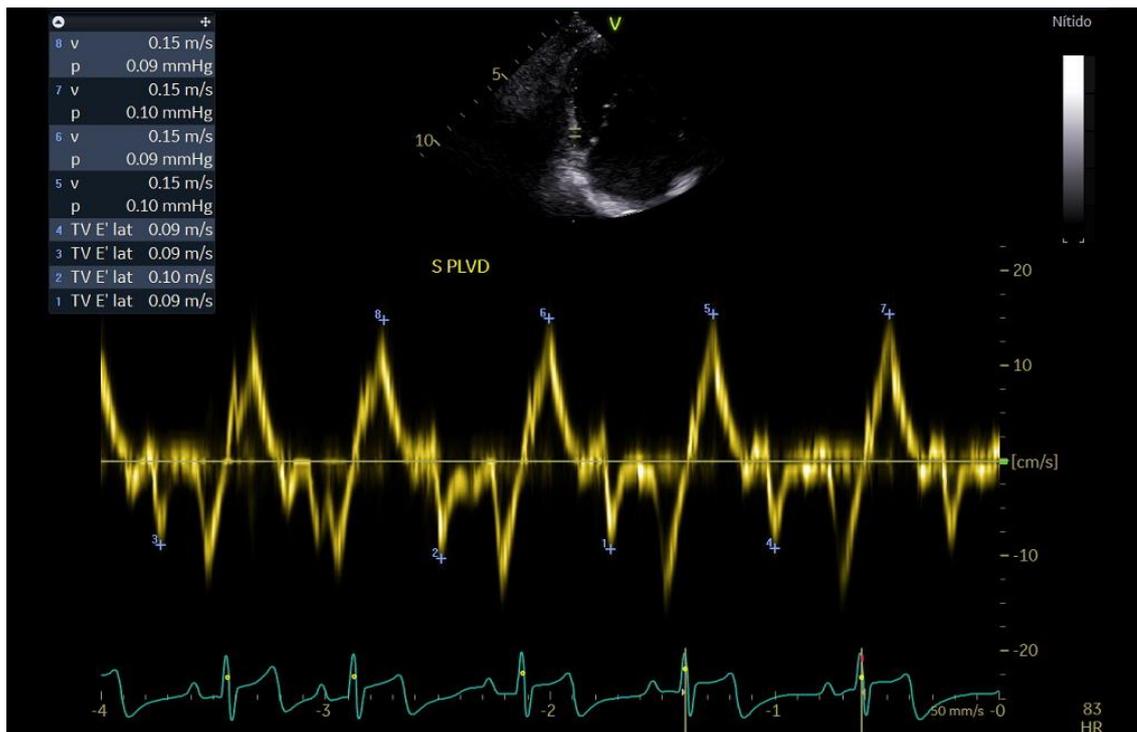


Figura 15: Mensuração da onda S' no anel tricuspídeo. Acima, o corte bidimensional apical quatro câmaras focado no ventrículo direito. Abaixo, as ondas S' (mensurações de números 5 a 8). Fonte: VILLAS BÔAS, V. M., 2022.

Dentre as técnicas acima comentadas nenhuma delas avalia especificamente a função da VSVD, que como já dito anteriormente possui suas particularidades. É possível avaliar a fração de encurtamento da VSVD (Fenc-VSVD) de forma relativamente pouco laboriosa pelo ecocardiograma, obtendo-se informações sobre movimentação circunferencial desta região do VD. Embora já tenha sido estudada em medicina humana com mais frequência, em medicina veterinária há apenas um estudo que, ao avaliar animais com hipertensão pulmonar secundária a valvopatia mixomatosa mitral, gerou valores de referência da Fenc-VSVD para cães hípidos que podem ser utilizados em outros estudos (CAIVANO et al., 2018a).

Poucas pesquisas foram conduzidas até momento envolvendo especificamente a avaliação da função ventricular direita em pacientes com estenose pulmonar. Esses estudos, que também incluíram índices dimensionais do átrio direito, concluíram que a dilatação atrial direita (aumento da área) bem como a disfunção sistólica do VD avaliada através de TAPSE, S'

VD e FAC são comuns em animais com estenose pulmonar e diretamente proporcional ao gradiente transvalvar pulmonar, refletindo o grau da estenose. No entanto, apenas o TAPSE mostrou ser independentemente associado com manifestações clínicas adversas como síncope, intolerância ao exercício e insuficiência cardíaca direita. Os autores salientam que, apesar de o achado da associação independente entre os índices de avaliação do tamanho do átrio direito e da função sistólica do ventrículo direito e as manifestações clínicas, estudos mais detalhados devem ser realizados para definir qual a utilidade desses índices para definição do prognóstico (VISSER et al., 2019).

3 OBJETIVOS

- Avaliar, por meio de parâmetros de avaliação ecocardiográfica, se a função do ventrículo direito encontra-se deteriorada em cães com estenose pulmonar, e correlacionar os achados com a dimensão do átrio direito e tipo da alteração valvar (estenose tipo 1 / A, 2 / B ou supravalvar)
- Avaliar se há melhora ecocardiográfica perceptível da função do ventrículo direito imediatamente após a correção com valvoplastia por catéter-balão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido como um estudo coorte, sendo desta forma, longitudinal e prospectivo. Foram admitidos no estudo animais diagnosticados com estenose pulmonar, de qualquer porte, raça ou morfologia valvar e do tronco pulmonar (tipos 1 /A, 2 /B e supravalvar), e que permitam a realização da avaliação ecocardiográfica sem necessidade de sedação.

Foram excluídos do estudo animais que apresentavam outras cardiopatias congênitas associadas assim como naqueles onde a realização do exame dentro das 48 horas posteriores a cirurgia não foi possível.

Não houve, no presente estudo, padronização com relação as medicações administradas ao animal, porém foram excluídos cães sob a administração de quaisquer fármacos com influência relevante sobre a função sistólica (inodiladores e antiarrítmicos) com exceção dos beta-bloqueadores, já que os mesmos podem ser essenciais como preparação para a valvoplastia.

4.2 ECOCARDIOGRAMA

Foi realizado o exame ecocardiográfico antes da realização da VPB (Eco-pré) e um exame pós-VPB (Eco-pós) dentro das 48 horas após o procedimento.

A avaliação ecocardiográfica incluiu análises padrão como preconizadas pelas diretrizes disponíveis, avaliação específica da estenose pulmonar bem como avaliação específica das câmaras direitas, com a utilização de valores de referência disponíveis em literatura. As medidas utilizadas foram obtidas de uma medida de 3 a 5 mensurações, não necessariamente de ciclos cardíacos consecutivos (THOMAS et al., 1993; VISSER et al., 2015b, 2019; GENTILE-SOLOMON; ABBOTT, 2016; MORITA et al., 2017).

Na avaliação padrão foram analisados dos fluxos transvalvares (mitral, tricúspide e aórtico) bem como possíveis disfunções dessas valvas, além das dimensões das câmaras esquerdas e a função do ventrículo esquerdo.

A dimensão do átrio esquerdo foi avaliada utilizando-se a relação átrio esquerdo / aorta (A_e / A_o) com mensurações feitas de acordo com a “técnica sueca” descrita na literatura. A dimensão e função do ventrículo esquerdo foram avaliadas por meio da janela paraesternal direita, de preferência no corte transversal (altura dos músculos papilares), com uso do modo-M. Os fluxos trans-valvares (Mitral, Tricúspide e Aórtico) foram feitos com uso do “Doppler” pulsado nos cortes apicais (4 e 5 câmaras) (THOMAS et al., 1993; HANSSON et al., 2002).

A avaliação da estenose pulmonar foi feita analisando-se o fluxo pulmonar e morfologia valvar pulmonar para definição do tipo da estenose.

O fluxo pulmonar foi obtido tanto pelo corte longitudinal da janela paraesternal esquerda cranial como pelo corte transversal da janela paraesternal direita, sendo utilizado aquele que melhor ofereceu um alinhamento ideal. A avaliação do aparato valvar pulmonar incluiu uma análise visual da movimentação dos folhetos, bem como medidas quantitativas do anel valvar e da região infundibular. A mensuração do anel foi realizada de preferência pelo corte transversal, embora medidas realizadas na janela paraesternal esquerda foram admitidas quando forneciam uma melhor qualidade de imagem de acordo com a conformação torácica do animal. A região imediatamente abaixo da inserção dos folhetos foi utilizada como referência para as medidas, e uma relação entre o diâmetro do anel valvar aórtico e o pulmonar (relação A_o / A_p) foi obtida como parte dos critérios para definição do tipo da estenose. Para a obtenção desta relação utilizou-se a medida do anel valvar aórtico no corte longitudinal da via de saída do ventrículo esquerdo, janela paraesternal direita, na fase final da sístole, também utilizando os pontos de inserção dos folhetos como referência (BUSSADORI et al., 2000, 2001).

De acordo com o gradiente transvalvar pulmonar obtido, a estenose foi classificada em discreta (20 mmHg a 49 mmHg, velocidades de 2,25 m/s a 3,5

m/s); moderada (50 mmHg a 80 mmHg, velocidades de 3,5 m/s a 4,5 m/s) ou importante (acima de 80 mmHg, velocidades acima de 4,5 m/s). Para a classificação do tipo de estenose utilizou-se a morfologia valvar e a presença de hipoplasia anular como principais critérios. Assim, folhetos com espessamento discreto a moderado, fusão comissural, movimentação característica com formação de *doming* e sem hipoplasia anular (relação $Ao / Ap < 1,2$) foram considerados tipo 1 / A. Já folhetos com espessamento acentuado, movimentação diminuída ou ausente e com hipoplasia anular ($Ao / Ap > 1,2$) foram considerados tipo 2 / B. Embora existam fenótipos intermediários eles não foram considerados para este estudo com o intuito de se manter a objetividade (BUSSADORI et al., 2000, 2001).

Na avaliação das câmaras direitas foi feita a análise das dimensões do átrio direito e de índices da função sistólica do ventrículo direito.

Átrio direito: A área máxima diastólica do átrio direito (AAD) foi obtida com delineamento manual das bordas interna desta câmara (planimetria) no final da sístole ventricular, no quadro imediatamente anterior a abertura da valva tricúspide. O limite entre o átrio e o ventrículo direitos foi delimitado por linha que ligava os pontos de inserção dos folhetos tricuspídeos (face atrial). O valor encontrado foi indexado ao peso corporal (iAAD) por meio da fórmula $iAAD = cm^2 \times kg^{0,71}$. Valores de iAAD superiores a 0,76 indicaram aumento de AD (GENTILE-SOLOMON; ABBOTT, 2016; VISSER et al., 2019).

Ventrículo direito: A espessura da parede livre do ventrículo direito (EPLVDd) bem como a dimensão interna da cavidade do ventrículo direito (DiVDd), ambas no final da diástole, foram mensuradas no eixo curto (região mesoventricular) apenas no Eco-pré. Ambas foram indexadas ao peso corporal ($iEPLVDd = cm \times kg^{0,25}$ e $iDiVDd = cm \times kg^{0,33}$). Valores de iEPLVDd e iDiVDd acima de 0,39 e 0,94 indicaram aumento de espessura e diâmetro do VD, respectivamente. A área do ventrículo direito, tanto em diástole como em sístole (AVDd e AVDs), foi calculada por planimetria. As medidas também foram utilizadas para o cálculo do FAC, que foi indexada ao peso corporal ($iFAC = \% / kg^{-0,097}$); valores de iFAC abaixo de 46,3% indicaram diminuição deste índice de função do VD. A AVDd também foi indexada ao peso corporal

(iAVDd = $\text{cm}^2 \times \text{kg}^{0,62}$); valores acima de 1,33 indicaram dilatação do VD (GENTILE-SOLOMON; ABBOTT, 2016; VISSER et al., 2019).

A velocidade máxima miocárdica do anel lateral tricuspídeo (S'VD) bem como a excursão sistólica do anel tricuspídeo (TAPSE) são índices ângulo dependentes, portanto, estas análises foram feitas utilizando-se o corte apical 4 câmaras, porém otimizado para o ventrículo direito. Este corte foi obtido com o posicionamento do transdutor mais cranialmente e com variados graus de rotação e angulação, com o cuidado de visualizar ambos os átrios, os ápices ventriculares e sem visualização da via de saída do ventrículo esquerdo. Para ambos os índices a amostra foi colocada na parte lateral do anel valvar, paralelamente a parede livre do ventrículo direito. Ambos foram indexados ao peso corporal (iTAPSE = $\text{mm} / \text{kg}^{0,297}$ e iS'VD = $\text{cm/seg} / \text{kg}^{0,23}$). Valores de iTAPSE abaixo de 4,8 e iS'VD abaixo de 4,3 indicaram disfunção sistólica do VD por esses parâmetros (VISSER et al., 2015b, 2019).

A fração de encurtamento da via de saída do ventrículo direito (Fenc-VSVD) foi obtida por meio do modo-M guiado pelo modo bidimensional, utilizando-se para tal o corte transversal na altura da aorta e átrio esquerdo, janela paraesternal direita. A linha do modo-M foi colocada paralela a comissura entre as cúspides não-coronariana e coronariana esquerda. O índice foi dado em porcentagem (%) e a fórmula para o cálculo foi $\text{Fenc-VSVD (\%)} = \text{DVSVD}_d - \text{DVSVD}_s / \text{DVSVD}_d \times 100$, onde DVSVD_d é a dimensão diastólica final da via de saída do VD e DVSVD_s é a dimensão sistólica final da via de saída do VD. Foram considerados para este índice valores de normalidade entre 45% e 62%, sendo abaixo de 45% considerado hipocinético e acima de 62% hipercinético (CAIVANO et al., 2018a).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados tabelados foram analisados quanto a sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk para a escolha adequada do teste a ser realizado. A estatística descritiva foi apresentada, sendo que variáveis contínuas foram apresentadas como média \pm desvio padrão quando possuíam distribuição

paramétrica, e como mediana (limite mínimo e máximo) quando a distribuição dos dados era não paramétrica. Variáveis categóricas foram apresentadas como frequências. A correlação de Pearson ou de Spearman foi aplicada de acordo com a distribuição dos dados. As variáveis no ecodopplercardiograma são numéricas e foram avaliadas no mesmo indivíduo, portanto caracterizadas como dependentes e pareadas. Em caso de amostras paramétricas foi utilizado o teste t pareado, e em caso de amostras não paramétricas foi utilizado o teste de Wilcoxon. As variáveis anel pulmonar, velocidade máxima do fluxo pulmonar ($V_{\text{máx Pulm}}$), gradiente máximo do fluxo pulmonar ($G_{\text{pMáx Pulm}}$), integral da velocidade do fluxo pulmonar (VTI Pulm), velocidade máxima do fluxo pulmonar pelo VTI ($V_{\text{máx Pulm VTI}}$), gradiente máximo do fluxo pulmonar pelo VTI ($G_{\text{pMáx Pulm VTI}}$), integral da velocidade do fluxo aórtico (VTI Ao), velocidade máxima do fluxo aórtico pelo VTI ($V_{\text{máx Ao VTI}}$), razão entre o VTI aórtico e o pulmonar (razão VTI Ao / VTI Pulm), razão entre as velocidades máximas do fluxos aórtico e pulmonar (razão $V_{\text{máx Ao}} / V_{\text{máx Pulm}}$) bem como os índices de função do VD (TAPSE, iTAPSE, FAC, iFAC, S´VD, iS´VD e Fenc-VSVD) e a área do átrio direito (AAD e iAAD) pré-valvoplastia e em até 48 horas do procedimento foram comparados com o exame inicial usando-se o teste t não pareado quando havia distribuição normal e teste U de Mann e Whitney quando não paramétrico. Esses dados foram analisados por meio do programa estatístico GraphPad Prism 7 (Software Inc., San Diego, CA, USA), sendo consideradas diferenças estatísticas quando $p < 0.05$.

5 RESULTADOS

Neste estudo foram recrutados 11 cães com diagnóstico de estenose pulmonar, sendo inclusos seis cães de acordo com os critérios de inclusão e cinco foram excluídos, por se enquadrarem nos critérios de exclusão previamente estabelecidos (3 por apresentarem outras cardiopatias congênicas associadas; um por óbito em decorrência do procedimento de intervenção cirúrgica e 1 por óbito de causas não relacionadas à cardiopatia em questão). Dentre os seis cães que foram estudados, três deles apresentavam estenose valvar do tipo 1/A, dois deles estenose valvar do tipo 2/B e um apresentava estenose supravalvar.

A idade média dos animais inclusos no estudo foi de 14,17 meses, com desvio padrão de 7,91 e variação de 6 a 24 meses. Dentre os pacientes atendidos um era bulldogue francês, um bulldogue inglês, um american bully, um pastor branco, um maltês e um sem raça definida (SRD). A mediana de peso destes cães foi 9,75 kg, com variação de 3,4 a 30,0kg.

Nenhum animal apresentou no Eco-pré gradiente de pressão do fluxo pulmonar com valor abaixo de 80 mmHg, sendo todos graduados como estenose importante. A média de gradiente de pressão encontrada foi de 120,90 mmHg. No Eco-pós a média dos gradientes foi de 61,84 mmHg. Metade dos animais apresentaram uma diminuição igual ou superior a 50% no gradiente pós-VPB, categorizados assim como sucesso cirúrgico. Cada um destes animais apresentava um tipo diferente de estenose, sendo um do tipo 1/A, outro do tipo 2/B e o terceiro supravalvar. No grupo de falha terapêutica (menos de 50% de redução do gradiente) estavam presentes os dois cães com estenose do tipo 1/A e um com tipo 2/B. Quando avaliados sem a divisão em grupos a média de redução do gradiente pós-VPB foi de 47,5%. Também foram analisados métodos de avaliação do fluxo pulmonar que são menos dependentes de alterações como a razão entre o VTI (integral da velocidade) do fluxo aórtico e do fluxo pulmonar e a razão entre a velocidade máxima dos fluxos aórtico e pulmonar. Ambas apresentaram, como esperado, aumento estatisticamente significativo dos valores após a VPB (tabela 1).

O tamanho do átrio direito, quando avaliado por meio da iAAD, mostrou-se aumentado em 5 dos 6 animais (83%) no Eco-pré, e isso se manteve no Eco-pós em 4 dos 6 animais (66,67%), tendo 1 dos animais reduzido o tamanho atrial direito no dia posterior ao procedimento cirúrgico. A espessura da parede livre do VD estava aumentada em 33% dos animais. A dilatação ventricular direita foi incomum na população deste estudo, presente em apenas um animal (16,7%) com iAVDd acima do limite de normalidade. A função ventricular direita estava diminuída no Eco-pré em 3 animais (50%) quando avaliada através do iTAPSE, em 2 (33%) considerando-se o iS'VD e em 1 (16,7%) considerando-se o iFAC. A Fenc-VSVD mostrou resultados mais heterogêneos, diminuída em 1 animal (16,7%) assim como aumentada em também 1 animal (16,7%) permanecendo dentro dos limites de normalidade na maioria deles (66,7%). No Eco-pós observou-se que 100% dos animais apresentavam valores de iTAPSE e iFAC dentro dos limites de normalidade, sendo que para o iS'VD, 5 animais (83%) tinham valores dentro da referência. Notou-se ao Eco-pós um incremento médio na função ventricular direita de 18,6% para o iTAPSE, 22,1% para o iFAC e 38% para o iS'VD, embora uma análise pormenorizada mostre variações até mesmo negativas em alguns animais, em especial na Fenc-VSVD onde a diminuição mostrou-se predominante (-50%) (Gráficos 1 e 2). Nenhum dos índices de função do ventrículo direito mostrou variação significativa no Eco-pós quando comparado ao Eco-pré (tabela 1). Dentre as variáveis estudadas, o teste de Pearson denotou correlação significativa apenas entre o pós-iS'VD e o pós-VTI Pulm ($r: -0,87$; p -valor: 0,0234).

Tabela 1: Estatística descritiva dos índices ecocardiográficos analisados

Parâmetros	Pré-cirurgia	Pós-cirurgia	p-valor
	(n=6)	(n=6)	
TAPSE	9,99 ± 3,56	11,35 ± 2,23	0,0929
iTAPSE	4,83 ± 0,80	5,63 ± 0,60	0,0626
FAC	60,13 ± 12,31	70,77 ± 5,70	0,0563
iFAC	75,48 ± 16,17	89,07 ± 11,79	0,0564
S'VD	10,23 ± 3,26	12,97 ± 3,75	0,1721

iS'VD	6,01 ± 2,07	7,73 ± 2,87	0,1663
Fenc. VSVD	0,52 ± 0,09	0,50 ± 0,05	0,6385
AAD	4,14 (1,81-15,72)	5,01 (1,54-15,20)	0,8125
iAAD	0,83 (0,75-1,40)	0,97 (0,64-1,35)	0,5625
Anel Pulmonar	1,22 ± 0,17	1,25 ± 0,22	0,3088
Vmax Pulm	5,47 ± 0,53	3,93 ± 0,31	0,0011*
GpMáx Pulm	120,90 ± 24,19	61,84 ± 9,76	0,0018*
VTI Pulm	91,51 ± 16,52	56,99 ± 16,94	0,0075*
Vmáx Pulm. VTI	5,50 ± 0,46	3,96 ± 0,33	0,0009*
GradVmáx Pulm (VTI)	121,63 ± 20,84	63,09 ± 9,94	0,0012*
Vmáx Ao VTI	1,17 ± 0,30	1,23 ± 0,23	0,7000
VTI Ao	11,60 ± 2,68	13,83 ± 4,34	0,3207
Razão Vmáx Ao / Vmáx			
Pulm	0,21 ± 0,05	0,31 ± 0,06	0,0272*
Razão VTI Ao / VTI Pulm	0,13 ± 0,03	0,25 ± 0,04	0,0059*
Vmáx Insuf. Tric.	2,21 ± 2,74	1,73 ± 1,99	0,6506

- O p-valor representa o nível de significância na comparação entre os valores obtidos antes e após a realização da valvoplastia por catéter-balão

- AAD e iAAD: valores expressos em mediana e mínimo-máximo por serem variáveis não paramétricas.

- Demais variáveis com valores expressos em média e desvio padrão.

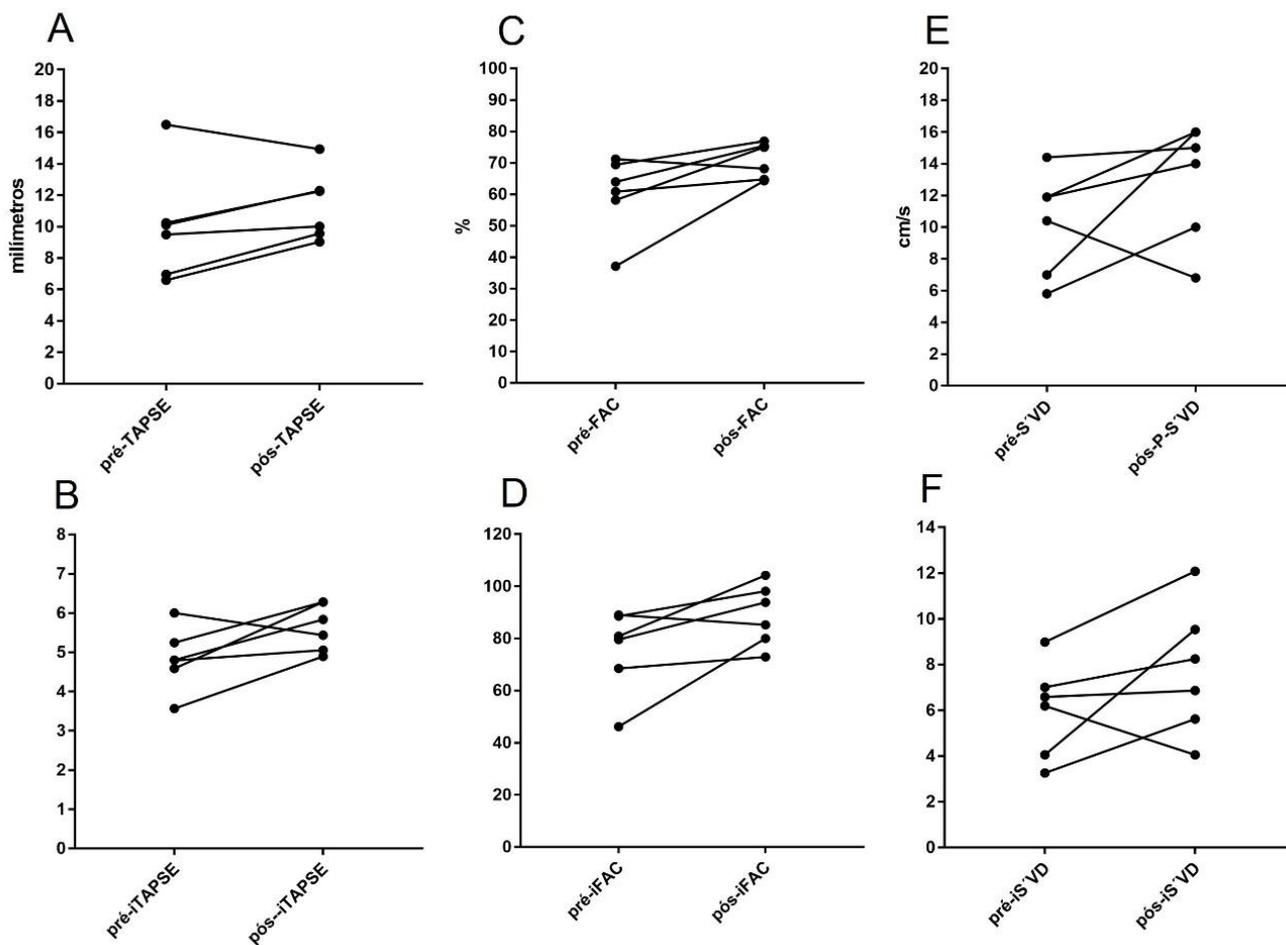


Gráfico 1: Variação dos índices de função do ventrículo direito

A: Variação nos valores do TAPSE antes e após a VPB; **B:** Variação nos valores do iTAPSE antes e após a VPB; **C:** Variação nos valores do FAC antes e após a VPB; **D:** Variação nos valores do iFAC antes e após a VPB; **E:** Variação nos valores do S'VD antes e após a VPB; **F:** Variação nos valores do iS'VD antes e após a VPB;

TAPSE: valores expressos em milímetros; FAC: valores expressos em porcentagem (%); S'VD: valores expressos em centímetros por segundo (cm/s)

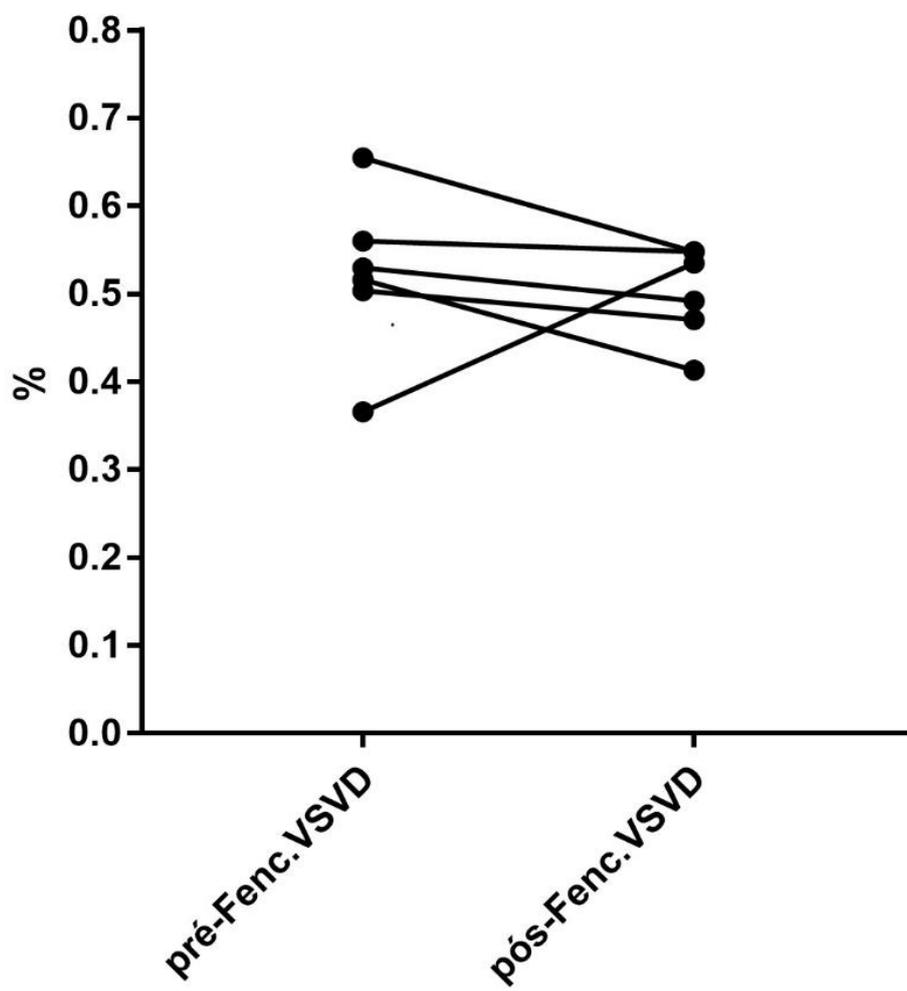


Gráfico 2: Variação da fração de encurtamento da via de saída do ventrículo direito

- Valores expressos em porcentagem (%)

6 DISCUSSÃO

Estudos avaliando a função do ventrículo direito em cães têm emergido nos últimos anos, a maioria deles se propondo a gerar valores de referência ou avaliar pacientes com cardiopatias específicas como valvopatia mixomatosa mitral e hipertensão pulmonar de diversas causas (VISSER et al., 2015b; PETRUS, L, 2016; POSER et al., 2017; CAIVANO et al., 2018a). No entanto, quando nos debruçamos sobre trabalhos onde a análise ecocardiográfica do ventrículo direito foi feita em cães com estenose pulmonar a quantidade se torna escassa (NISHIMURA et al., 2018; VISSER et al., 2019). Considerando-se que a avaliação ecocardiográfica do ventrículo direito é algo recente em cardiologia veterinária, e que a estenose pulmonar corresponde a uma baixa parcela da casuística, estes podem ser fatores que influenciam na escassez de literatura acerca deste assunto em específico.

As raças observadas nos seis animais deste estudo corroboram a prevalência observada em literatura. Embora dois dos animais não sejam de raças comumente observadas na rotina (pastor branco suíço e maltês) os demais possuem relatos em literatura, com dois deles sendo bulldogues (inglês e francês), duas das raças mais prevalentes em termos de estenose pulmonar. É válido salientar que o american bully tem uma genética fortemente baseada em cruzamentos que incluíram bulldogues, e portanto também pode ser considerada uma raça predisposta.

Embora haja trabalhos que estudaram a função do ventrículo direito em cães com estenose pulmonar, um deles avaliou apenas animais não tratados (VISSER et al., 2019) enquanto o outro, além de não ter como um dos objetivos principais do estudo essa avaliação, apenas a fez com duas técnicas (iTAPSE e S²VD) (NISHIMURA et al., 2018). Desta forma, o presente trabalho representa um dos primeiros estudos a avaliar, com uso de variadas técnicas, a função desta câmara cardíaca em pacientes que foram tratados por meio de técnicas minimamente invasivas, tanto antes como após a intervenção.

Com relação as dimensões das câmaras cardíacas avaliadas, os resultados foram, em sua maioria, condizentes com os achados da literatura. O átrio direito mostrou-se aumentado em 83% dos animais quando avaliado pelo

iAAD, resultados semelhantes aos encontrados em outro trabalho (VISSER et al., 2019). O AD é afetado pela característica disfunção diastólica que afeta o VD nesta doença, e o enchimento dificultado desta câmara ventricular promove a dilatação do AD, o que pode ser potencializado por um refluxo tricúspideo significativo. Neste trabalho o AD aumentado foi observado na maioria dos animais, e isso incluiu pacientes que não apresentavam refluxo tricúspide, o que indica que a disfunção diastólica do VD pode ter papel preponderante na dilatação do AD. A pequena quantidade de casos em que a dilatação ventricular direita foi observada (16,7%) não chega a ser surpreendente. Além disso já ter sido observado em trabalho anterior (VISSER et al., 2019) estudos em humanos já demonstraram que o VD se adapta melhor na estenose pulmonar frente a sobrecarga de pressão do que em outras circunstâncias em que esta sobrecarga esteja presente (hipertensão pulmonar, por exemplo), fazendo com que, nesta doença, a dilatação ventricular não seja comum (JURCUT et al., 2011). Já a espessura da parede livre do VD (EPLVD_d) apresentou-se aumentada em apenas 33% dos pacientes, o que não condiz com a literatura, na qual ela é reportada sendo superior a 80% (VISSER et al., 2019). A baixa quantidade dos animais admitidos no estudo pode ter influenciado neste resultado

Os estudos em cães mostram que a disfunção sistólica do VD é comum em pacientes com estenose pulmonar, em especial naqueles mais gravemente afetados (ou seja, que apresentam gradientes do fluxo pulmonar mais elevados). Nesses estudos, o iTAPSE foi o índice que se mostrou mais apropriado para essa avaliação, embora o iS'VD também tenha apresentado um desempenho razoável (VISSER et al., 2019). Os resultados obtidos no presente trabalho corroboraram, de certa forma, esses dados observados na literatura, uma vez que o iTAPSE estava diminuído em 50% dos pacientes, o iS'VD em 33% e o iFAC em apenas 16,7%. Estudos em humanos demonstraram que em pacientes com estenose pulmonar a função longitudinal pode estar comprometida em maior grau (JURCUT et al., 2011), e isso pode ser uma explicação plausível para os resultados obtidos neste estudo, já que o FAC reflete mais a função global do VD quando comparado ao TAPSE e o S'VD, que refletem mais a função longitudinal desta câmara cardíaca. Não foi

possível avaliar a influência do aumento do átrio direito na função sistólica do VD pelo número pequeno de animais admitidos no estudo, no entanto há de se salientar que todos os animais com função preservada pelo iTAPSE no pré-cirúrgico apresentavam dilatação do AD. Estudos futuros com grande número de animais podem trazer informações a esse respeito.

Avaliando-se os resultados do ecocardiograma pós-cirúrgico (Eco-pós), nota-se que não houve diferença estatística entre os dois momentos (Eco-pré e Eco-pós) para nenhum dos índices de função do ventrículo direito. Porém, ao se analisar com maior detalhamento os resultados, nota-se algumas variações que podem ter significado clínico. Com exceção da Fenc-VSVD, a qual será discutiremos adiante, todas as análises mostraram incremento da função do ventrículo direito no Eco-pós, o que condiz com os resultados observados em literatura, onde essa melhora ocorreu inclusive com diferença estatística (NISHIMURA et al., 2018). Após a VPB, é esperado que haja um aumento do fluxo transvalvar devido a diminuição da pós-carga, e conseqüentemente haverá aumento nos índices de função sistólica do VD. Algumas hipóteses podem ser levantadas para a ausência de diferença estatística nos índices de função do VD neste trabalho. Este estudo foi realizado com o acompanhamento no pós-operatório imediato, o que pode não ter fornecido o tempo necessário para uma melhora mais acentuada da função sistólica decorrente da diminuição da hipertrofia do VD e da hipercinesia. Outra hipótese é que a diversidade populacional deste estudo, caracterizada por animais com diversos tipos de estenose, possa ter influenciado tais resultados. Essa informação acerca de qual tipo de estenose cada animal apresentava não foi explicitada no trabalho anteriormente citado (NISHIMURA et al., 2018) de forma que a comparação com esse estudo torna-se prejudicada. Há extensa discussão, na literatura, em relação a resposta esperada do paciente submetido a intervenção com base no tipo de estenose que ele apresenta. Embora alguns autores relatem uma resposta menos favorável em pacientes do tipo 2/B (BUSSADORI et al., 2001; LOCATELLI et al., 2011), outros sustentam que não existe diferença na resposta a VPB em ambos os grupos (BELANGER et al., 2018; MARKOVIC; SCANSEN, 2019; WINTER et al., 2021). Ainda que a classificação binária em dois tipos de estenose (1/A e 2/B) seja

amplamente difundida na cardiologia veterinária ela é alvo de discussão, já que como dito anteriormente existem morfologias intermediárias onde características de ambos os tipos coexistem em um mesmo animal. Até mesmo dentro do tipo B há uma vasta gama de alterações que podem caracterizar uma valva como displásica, incluindo o grau de espessamento, mobilidade, presença de tecido fibroso sub-valvar bem como adesões na junção sinotubular, de forma que a mera classificação em tipo 1/A ou 2/B pode ser insuficiente para caracterizar corretamente as alterações presentes (LOCATELLI et al., 2011; MARKOVIC; SCANSEN, 2019). A falta de padronização na caracterização da morfologia valvar na EP, os diferentes tipos de balão utilizados e a influência desses fatores na resposta a VPB suscitam a dúvida do quanto o procedimento pode interferir na melhora da função do VD no pós-operatório, já que ela está diretamente relacionada a diminuição da pós-carga, ao menos no período imediato. Embora esse fosse um dos objetivos deste estudo não foi possível chegar a esta resposta, já que o baixo número de animais impossibilitou a análise separada de cada tipo de estenose. Um número maior de animais estudados bem como um período mais longo de acompanhamento de cada um dos pacientes, com ecocardiograma seriados neste período, talvez propiciassem maior potencial de elucidar essas questões assim como outras de interesse, como por exemplo o papel da função do VD na definição do prognóstico.

Este estudo incluiu também apenas um animal com estenose supra-avalvar do tipo 1 (presença de anel fibroso em região de tronco pulmonar, sem alterações em regiões distais do vaso), sem alterações no aparato valvar. Ele foi submetido a VPB com resultado satisfatório (diminuição de 62% do gradiente) semelhante ao ocorrido em um relato presente na literatura (TRESEDER; JUNG, 2017) com melhora dos índices de função do VD no pós-operatório, exceto pela Fenc-VSVD. A inclusão deste paciente no estudo pode parecer controversa pela diferença que ele apresenta em relação aos demais, no que tange ao tipo de estenose, e no quanto isso poderia interferir nos resultados, haja vista que ele não pode ser analisado em separado. Isso pode ser verdade quando analisamos a resposta do animal ao procedimento cirúrgico em si, já que o tipo de balão utilizado (balão de alta pressão) diferiu do

utilizado nos demais. No entanto, como o objetivo principal do estudo é a avaliação da função do ventrículo direito nas estenoses pulmonares, esta forma diferente de apresentação talvez não tenha influência já que a sobrecarga de pressão exercida sobre esta câmara cardíaca e suas consequências (hipertrofia) são semelhantes daquelas que ocorrem na estenose valvar. Obviamente, um estudo com um número maior de pacientes com este tipo de estenose confirmaria esta hipótese com muito mais robustez.

Quando foram analisados os resultados da Fenc-VSVD, notou-se uma grande variação nos animais, embora em humanos esse índice de função geralmente não apresente alterações quando comparado com o de pacientes hígidos. A complicação conhecida como “ventrículo direito suicida” que pode ocorrer no transcirúrgico, é potencialmente fatal e de difícil previsibilidade, embora existam protocolos para prevenção com fármacos. Assim, um dos intuitos da inclusão deste parâmetro no estudo foi testar a hipótese de que animais que possuíssem tendência a ocorrência desta complicação apresentariam algum grau de hipercinesia desta região ao ecocardiograma. No entanto, não só os resultados obtidos foram altamente variáveis no pré-cirúrgico como, na média, apresentaram uma diminuição relevante no pós-cirúrgico (50%) quando o esperado seria que houvesse aumento. A técnica aqui utilizada foi baseada no único trabalho disponível em medicina veterinária que estudou este parâmetro, em animas com valvopatia mixomatosa mitral, bem como em pacientes hígidos (CAIVANO et al., 2018a). A execução da técnica foi particularmente difícil nos animais deste estudo, fazendo-se necessário o uso do modo-M anatômico na grande maioria dos animais para que o alinhamento fosse o mais próximo do ideal. Mesmo assim, é plausível que os resultados possam ter sido influenciados negativamente, já que o uso do modo-M anatômico, embora corrija em parte o alinhamento, leva a uma queda considerável na qualidade da imagem e, por consequência, na precisão em se definir os limites musculares. Uma explicação possível para essa dificuldade em conseguir um bom alinhamento pode ser o remodelamento das câmaras cardíacas direitas nesta doença, que sofrem certo grau de deformação (pela dilatação no caso do AD, e hipertrofia no caso do VD) o que pode causar alteração na topografia cardíaca a ponto de dificultar a aquisição

das imagens. Ainda, a região da VSVD responde distintamente a estímulos simpáticos e inotrópicos, como já discutido anteriormente (GEVA et al., 1998; HADDAD et al., 2008a); portanto, o uso de beta-bloqueadores pode interferir de forma distinta na função dessa região, quando comparada às demais porções do VD. Estudos mais aprofundados e um número maior de animais com essa doença podem ajudar a definir se a realização desta avaliação é possível em cães com estenose pulmonar e se ela traz informações úteis para a conduta clínica e cirúrgica destes animais.

A resposta dos animais deste estudo a VPB foi avaliada ecocardiograficamente por meio de diversos índices, embora o gradiente transvalvar pulmonar tenha sido utilizado como principal parâmetro para definição do sucesso cirúrgico, assim como preconizado em literatura (BUSSADORI et al., 2000). No entanto, atualmente em medicina humana o que se preconiza é uma abordagem multiparamétrica, onde a avaliação do grau da estenose não se baseia somente em um único parâmetro e sim em vários, dentre os quais se incluem aqueles que são menos dependentes de carga. Assim, índices baseados na integral da velocidade (VTI) podem ser úteis na avaliação desta doença (NISHIMURA et al., 2018). Os resultados deste trabalho são concordantes com os presentes em literatura, com esses índices mostrando-se úteis para utilização em conjunto.

Este trabalho apresenta diversas limitações que precisam ser salientadas. Como evidenciado por diversas vezes ao longo desta discussão, o número de animais admitidos foi pequeno devido a diversos fatores (custos do procedimento e situação mundial com pandemia da Covid-19) e com uma população heterogênea no que tange ao tipo de estenose presente, e logicamente isso influenciou em certa medida os resultados obtidos. Todos os animais deste estudo estavam sob a administração de beta-bloqueadores no momento da realização dos exames ecocardiográficos, como parte do protocolo para realização da intervenção, e não houve padronização com relação a dose e fármaco desta classe que foi utilizado. Sabe-se que medicamentos que influenciam na função sistólica, como os beta-bloqueadores, podem afetar a avaliação do ventrículo direito (VISSER et al., 2015a; VISSER, 2017; NISHIMURA et al., 2018), e isso deve ser levado em

consideração ao interpretarmos os resultados obtido neste estudo. Por fim, não foi realizado estudo microbolhas nos animais para verificação da presença de forame oval patente.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho não tem a presunção de fazer conclusões definitivas acerca do assunto estudado, haja vista todas as perguntas que ainda restam e necessitam de dados mais robustos para que sejam respondidas. No entanto algumas considerações finais podem ser feitas a partir dos dados obtidos:

- O tratamento com valvoplastia por catéter-balão em cães com estenose pulmonar possibilita um incremento na função sistólica do VD já no pós-cirúrgico imediato na maioria dos animais, e a avaliação dessa função é fundamental na confecção do prognóstico nesses pacientes;
- Animais com estenose pulmonar podem apresentar disfunção sistólica do VD; por esta razão as técnicas de avaliação ecocardiográfica do VD, em sua maioria exequíveis na população estudada, trazem informações que são clinicamente relevantes;
- Aparentemente, a disfunção sistólica do VD pode estar presente independente do tipo de estenose ou tamanho do AD;
- A exequibilidade e a utilidade da fração de encurtamento da via de saída do VD (Fenc-VSVD) em animais com estenose pulmonar ainda necessita de validação, bem como lapidação da técnica utilizada. O papel da função da VSVD na estenose e suas implicações cirúrgicas, clínicas e prognósticas permanecem carentes de elucidação;
- A classificação morfológica da estenose valvar pulmonar por meio do ecocardiograma necessita ser revisada, em especial o fenótipo tipo 2/B que nitidamente possui sub-variações significantes, com implicações para o planejamento cirúrgico dos procedimentos de intervenção e definição do prognóstico;

REFERÊNCIAS

APREA, F. et al. Presumed “suicidal right ventricle” in a Cocker Spaniel dog undergoing pulmonary valve balloon dilation and its prevention in an analogous case. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 41, n. 4, p. 438–439, 2014.

BARON TOALDO, M. et al. Utility of Tissue Doppler Imaging in the Echocardiographic Evaluation of Left and Right Ventricular Function in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease with or without Pulmonary Hypertension. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 30, n. 3, p. 697–705, 2016.

BEIJERINK, N, J.; OYAMA, M, A.; BONAGURA, J, D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, STEPHEN S, J. .; EDWARD C., F.; CÔTÉ, ETIENNE (Ed.). **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8th. ed. St. Louis: Elsevier, 2017. p. 2952–3032.

BELANGER, C. et al. High-pressure balloon valvuloplasty for severe pulmonary valve stenosis: a prospective observational pilot study in 25 dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 2, p. 115–122, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.01.001>>.

BOON, J. A. **Veterinary echocardiography**. 2th. ed. Ames: Blackwell Publishing, 2011.

BUSSADORI, C.; PRADELLI, D. Congenital cardiopathies. In: MADRON, E. DE (Ed.). **Clinical echocardiography of the dog and cat**. 1st. ed. Saint Louis: Elsevier, 2016a. p. 291–298.

BUSSADORI, C.; PRADELLI, D. . Echocardiographic evaluation of congenital cardiopathies before and after intervention. In: MADRON, E. DE (Ed.). **Clinical echocardiography of the dog and cat**. 1st. ed. Saint Louis: Elsevier, 2016b. p. 323–342.

BUSSADORI, C. et al. Guidelines for the Echocardiographic Studies of Suspected Subaortic and Pulmonic Stenosis. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 2, n. 2, p. 15–22, dez. 2000.

BUSSADORI, C. et al. Balloon Valvuloplasty in 30 Dogs with Pulmonic Stenosis: Effect of Valve Morphology and Annular Size on Initial and 1-Year Outcome. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 15, n. 6, p. 553–558, 2001.

CAIVANO, D. et al. Right ventricular outflow tract fractional shortening: an echocardiographic index of right ventricular systolic function in dogs with pulmonary hypertension. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 5, p. 354–363, 2018a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.07.007>>.

CAIVANO, D. et al. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion-to-Aortic Ratio Provides a Bodyweight-Independent Measure of Right Ventricular Systolic Function in Dogs. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of**

the European Society of Veterinary Cardiology, v. 20, n. 2, p. 79–91, abr. 2018b.

CHAPEL, E. H. et al. Echocardiographic Estimates of Right Ventricular Systolic Function in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 1, p. 64–71, 2018a.

CHAPEL, E. H. et al. Echocardiographic Estimates of Right Ventricular Systolic Function in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 32, n. 1, p. 64–71, jan. 2018b.

DOSTE, R. et al. A rule-based method to model myocardial fiber orientation in cardiac biventricular geometries with outflow tracts. **International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering**, v. 35, n. 4, 2019.

GENTILE-SOLOMON, J. M.; ABBOTT, J. A. Conventional Echocardiographic Assessment of the Canine Right Heart: Reference Intervals and Repeatability. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 18, n. 3, p. 234–247, set. 2016.

GETTY, R. Generalidades sobre o coração e os vasos sanguíneos. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C. L.; GHOSHAL, N. G.; HILLMANN, D. (Ed.). **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 155.

GEVA, T. et al. Evaluation of regional differences in right ventricular systolic function by acoustic quantification echocardiography and cine magnetic resonance imaging. **Circulation**, v. 98, n. 4, p. 339–345, 1998.

GHOSHAL, N. G.; NANDA, B. S. Coração e artérias do carnívoro. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C. E.; GHOSHAL, N. G.; HILLMANN, D. (Ed.). **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed ed. [s.l.: s.n.]p. 1497–1550.

HADDAD, F. et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. **Circulation**, v. 117, n. 11, p. 1436–1448, 2008a.

HADDAD, F. et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part II: Pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. **Circulation**, v. 117, n. 13, p. 1717–1731, 2008b.

HANSSON, K. et al. Left Atrial to Aortic Root Indices Using Two-Dimensional and M-Mode Echocardiography in Cavalier King Charles Spaniels with and without Left Atrial Enlargement. **Veterinary radiology & ultrasound : the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association**, v. 43, n. 6, p. 568–575, 2002.

JURCUT, R. et al. Different patterns of adaptation of the right ventricle to pressure overload: A comparison between pulmonary hypertension and pulmonary stenosis. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 24, n. 10, p. 1109–1117, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2011.07.016>>.

KHAMBATTA, H. J. et al. Management of right ventricular outflow tract reactivity

following pulmonary valve dilatation under general anesthesia: Experience of a medical mission. **Paediatric Anaesthesia**, v. 16, n. 10, p. 1087–1089, 2006.

KIM, J. et al. Type B valvular and supravalvular pulmonic stenosis with aberrant pre-pulmonic right coronary artery diagnosed by non–electrocardiography-gated, multislice computed tomography in a Boston terrier. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 38, p. 12–17, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.09.003>>.

LOCATELLI, C. et al. Independent Predictors of Immediate and Long-Term Results after Pulmonary Balloon Valvuloplasty in Dogs. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 13, n. 1, p. 21–30, mar. 2011.

LOCATELLI, C. et al. Pulmonic Stenosis in Dogs: Survival and Risk Factors in a Retrospective Cohort of Patients. **The Journal of small animal practice**, v. 54, n. 9, p. 445–452, set. 2013.

LUCIANI, A.; SCONZA, S.; GUGLIELMINI, C. What is your diagnosis? Supra valvular Pulmonary stenosis. **Javma**, v. 239, n. 11, p. 1415–1416, 2011.

LUCINA, S. B. et al. Congenital Heart Disease in Dogs: A Retrospective Study of 95 Cases. **Topics in companion animal medicine**, v. 43, p. 100505, jun. 2021.

MACDONALD, K. A. Congenital Heart Diseases of Puppies and Kittens. **The Veterinary clinics of North America. Small animal practice**, v. 36, n. 3, p. 503–31, vi, maio 2006.

MARKOVIC, L. E.; SCANSEN, B. A. A pilot study evaluating cutting and high-pressure balloon valvuloplasty for dysplastic pulmonary valve stenosis in 7 dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 25, p. 61–73, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2019.07.004>>.

MICHELFEELDER, E. C.; BORDER, W. L. Anormalidades da via de saída ventricular direita. In: **Ecocardiografia nas cardiopatias congênitas das crianças e dos adultos**. [s.l.: s.n.]p. 219–240.

MILO, S. et al. Hour-Glass Deformity of the Pulmonary Valve: A Third Type of Pulmonary Valve Stenosis. **British heart journal**, v. 60, n. 2, p. 128–133, ago. 1988.

MORITA, T. et al. The Repeatability and Characteristics of Right Ventricular Longitudinal Strain Imaging by Speckle-Tracking Echocardiography in Healthy Dogs. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 19, n. 4, p. 351–362, ago. 2017.

MUSEWE, N. N. et al. The Dysplastic Pulmonary Valve: Echocardiographic Features and Results of Balloon Dilatation. **British heart journal**, v. 57, n. 4, p. 364–370, abr. 1987.

NISHIMURA, S. et al. Echocardiographic evaluation of velocity ratio, velocity time integral ratio, and pulmonary valve area in dogs with pulmonary valve stenosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 5, p. 1570–1578, 2018.

PATTERSON, D. F.; HASKINS, M. E.; SCHNARR, W. R. Hereditary Dysplasia of the Pulmonary Valve in Beagle Dogs. *Pathologic and Genetic Studies. The American journal of cardiology*, v. 47, n. 3, p. 631–641, mar. 1981.

PEREIRA, G. G. Cardiopatias congênitas em cães e gatos. In: LARSSON, M, H, M, A. (Ed.). **Tratado de cardiologia em cães e gatos**. 1. ed. [s.l.: s.n.]p. 129–153.

PETRUS, L, C. **Avaliação da função ventricular direita por meio da ecocardiografia em cães com doença valvar crônica de mitral**. 2016. Universidade de São Paulo, 2016.

POSER, H. et al. Tricuspid annular plane systolic excursion in dogs with myxomatous mitral valve disease with and without pulmonary hypertension. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 19, n. 3, p. 228–239, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvc.2017.03.007>>.

RHINEHART, J. D. et al. Effect of Body Position, Exercise, and Sedation on Estimation of Pulmonary Artery Pressure in Dogs with Degenerative Atrioventricular Valve Disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 31, n. 6, p. 1611–1621, 2017.

RUDSKI, L. G. et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and . **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 23, n. 7, p. 685–713, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>>.

SCANSEN, B. A. Coronary Artery Anomalies in Animals. **Veterinary sciences**, v. 4, n. 2, abr. 2017.

SCHROPE, D. P. Prevalence of Congenital Heart Disease in 76,301 Mixed-Breed Dogs and 57,025 Mixed-Breed Cats. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 192–202, set. 2015.

SODA, A. et al. Successful surgical correction of supra-ventricular pulmonary stenosis under beating heart using a cardiopulmonary bypass system in a dog. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 71, n. 2, p. 203–206, 2009.

THOMAS, W. P. et al. 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. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 7, n. 4, p. 247–252, 1993.

TRESEDER, J. R.; JUNG, S. W. Balloon dilation of congenital supra-ventricular pulmonary stenosis in a dog. **Journal of Veterinary Science**, v. 18, n. 1, p. 111–114, 2017.

UMBELINO, R, M.; LARSSON, M, H, M, A. Estudo retrospectivo da ocorrência de cardiopatias congênitas diagnosticadas em cães. In: Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2015.

VISSER, L. C. et al. Echocardiographic assessment of right ventricular systolic function in conscious healthy dogs following a single dose of pimobendan versus atenolol. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 161–172, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvc.2015.04.001>>.

VISSER, L. C. et al. Echocardiographic Assessment of Right Ventricular Systolic Function in Conscious Healthy Dogs: Repeatability and Reference Intervals. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 2, p. 83–96, jun. 2015b.

VISSER, L. C. Right Ventricular Function: Imaging Techniques. **The Veterinary clinics of North America. Small animal practice**, v. 47, n. 5, p. 989–1003, set. 2017.

VISSER, L. C. et al. Echocardiographic Assessment of Right Heart Size and Function in Dogs with Pulmonary Valve Stenosis. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 26, p. 19–28, dez. 2019.

VISSER, L. C.; SINTOV, D. J.; OLDACH, M. S. Evaluation of tricuspid annular plane systolic excursion measured by two-dimensional echocardiography in healthy dogs: repeatability, reference intervals, and comparison with M-mode assessment. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 3, p. 165–174, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.04.002>>.

WEBB, G. D.; SMALLHORN, J. F.; THERTIEN, J.; REDINGTON, A. N. Congenital Heart Disease in the Adult and Pediatric Patient. In: ZIPERS, D. P.; LIBBY, P.; BONOW, R. O.; MANN, D. L.; TOMASELLI, D. F.; BRAUNWALD, E. (Ed.). **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine**. 11. ed. Filadélfia: Elsevier, 2018. p. 3772–3895.

WINTER, R. L. et al. Repeat balloon valvuloplasty for dogs with recurrent or persistent pulmonary stenosis. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 34, p. 29–36, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2020.12.006>>.

APREA, F. et al. Presumed “suicidal right ventricle” in a Cocker Spaniel dog undergoing pulmonary valve balloon dilation and its prevention in an analogous case. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 41, n. 4, p. 438–439, 2014.

BARON TOALDO, M. et al. Utility of Tissue Doppler Imaging in the Echocardiographic Evaluation of Left and Right Ventricular Function in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease with or without Pulmonary Hypertension. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 30, n. 3, p. 697–705, 2016.

BEIJERINK, N. J.; OYAMA, M. A.; BONAGURA, J. D. Congenital heart disease. In: ETTINGER, STEPHEN S. J.; EDWARD C., F.; CÔTÉ, ETIENNE (Ed.). **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8th. ed. St. Louis: Elsevier, 2017. p. 2952–3032.

BELANGER, C. et al. High-pressure balloon valvuloplasty for severe pulmonary valve stenosis: a prospective observational pilot study in 25 dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 2, p. 115–122, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.01.001>>.

- BOON, J. A. **Veterinary echocardiography**. 2th. ed. Ames: Blackwell Publishing, 2011.
- BUSSADORI, C.; PRADELLI, D. Congenital cardiopathies. In: MADRON, E. DE (Ed.). **Clinical echocardiography of the dog and cat**. 1st. ed. Saint Louis: Elsevier, 2016a. p. 291–298.
- BUSSADORI, C.; PRADELLI, D. . Echocardiographic evaluation of congenital cardiopathies before and after intervention. In: MADRON, E. DE (Ed.). **Clinical echocardiography of the dog and cat**. 1st. ed. Saint Louis: Elsevier, 2016b. p. 323–342.
- BUSSADORI, C. et al. Guidelines for the Echocardiographic Studies of Suspected Subaortic and Pulmonic Stenosis. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 2, n. 2, p. 15–22, dez. 2000.
- BUSSADORI, C. et al. Balloon Valvuloplasty in 30 Dogs with Pulmonic Stenosis: Effect of Valve Morphology and Annular Size on Initial and 1-Year Outcome. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 15, n. 6, p. 553–558, 2001.
- CAIVANO, D. et al. Right ventricular outflow tract fractional shortening: an echocardiographic index of right ventricular systolic function in dogs with pulmonary hypertension. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 5, p. 354–363, 2018a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.07.007>>.
- CAIVANO, D. et al. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion-to-Aortic Ratio Provides a Bodyweight-Independent Measure of Right Ventricular Systolic Function in Dogs. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 2, p. 79–91, abr. 2018b.
- CHAPEL, E. H. et al. Echocardiographic Estimates of Right Ventricular Systolic Function in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 1, p. 64–71, 2018a.
- CHAPEL, E. H. et al. Echocardiographic Estimates of Right Ventricular Systolic Function in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 32, n. 1, p. 64–71, jan. 2018b.
- DOSTE, R. et al. A rule-based method to model myocardial fiber orientation in cardiac biventricular geometries with outflow tracts. **International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering**, v. 35, n. 4, 2019.
- GENTILE-SOLOMON, J. M.; ABBOTT, J. A. Conventional Echocardiographic Assessment of the Canine Right Heart: Reference Intervals and Repeatability. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 18, n. 3, p. 234–247, set. 2016.
- GETTY, R. Generalidades sobre o coração e os vasos sanguíneos. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C, L.; GHOSHAL, N, G.; HILLMANN, D. (Ed.). **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 155.

GEVA, T. et al. Evaluation of regional differences in right ventricular systolic function by acoustic quantification echocardiography and cine magnetic resonance imaging. **Circulation**, v. 98, n. 4, p. 339–345, 1998.

GHOSHAL, N, G.; NANDA, B, S. Coração e artérias do carnívoro. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C, E.; GHOSHAL, N, G.; HILLMANN, D. (Ed.). **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed ed. [s.l.: s.n.].p. 1497–1550.

HADDAD, F. et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. **Circulation**, v. 117, n. 11, p. 1436–1448, 2008a.

HADDAD, F. et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part II: Pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. **Circulation**, v. 117, n. 13, p. 1717–1731, 2008b.

HANSSON, K. et al. Left Atrial to Aortic Root Indices Using Two-Dimensional and M-Mode Echocardiography in Cavalier King Charles Spaniels with and without Left Atrial Enlargement. **Veterinary radiology & ultrasound : the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association**, v. 43, n. 6, p. 568–575, 2002.

JURCUT, R. et al. Different patterns of adaptation of the right ventricle to pressure overload: A comparison between pulmonary hypertension and pulmonary stenosis. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 24, n. 10, p. 1109–1117, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2011.07.016>>.

KHAMBATTA, H. J. et al. Management of right ventricular outflow tract reactivity following pulmonary valve dilatation under general anesthesia: Experience of a medical mission. **Paediatric Anaesthesia**, v. 16, n. 10, p. 1087–1089, 2006.

KIM, J. et al. Type B valvular and supra-valvular pulmonic stenosis with aberrant pre-pulmonic right coronary artery diagnosed by non-electrocardiography-gated, multislice computed tomography in a Boston terrier. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 38, p. 12–17, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.09.003>>.

LOCATELLI, C. et al. Independent Predictors of Immediate and Long-Term Results after Pulmonary Balloon Valvuloplasty in Dogs. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 13, n. 1, p. 21–30, mar. 2011.

LOCATELLI, C. et al. Pulmonic Stenosis in Dogs: Survival and Risk Factors in a Retrospective Cohort of Patients. **The Journal of small animal practice**, v. 54, n. 9, p. 445–452, set. 2013.

LUCIANI, A.; SCONZA, S.; GUGLIELMINI, C. What is your diagnosis? Supra valvular Pulmonary stenosis. **Javma**, v. 239, n. 11, p. 1415–1416, 2011.

LUCINA, S. B. et al. Congenital Heart Disease in Dogs: A Retrospective Study of 95 Cases. **Topics in companion animal medicine**, v. 43, p. 100505, jun. 2021.

- MACDONALD, K. A. Congenital Heart Diseases of Puppies and Kittens. **The Veterinary clinics of North America. Small animal practice**, v. 36, n. 3, p. 503–31, vi, maio 2006.
- MARKOVIC, L. E.; SCANSEN, B. A. A pilot study evaluating cutting and high-pressure balloon valvuloplasty for dysplastic pulmonary valve stenosis in 7 dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 25, p. 61–73, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2019.07.004>>.
- MICHELFELDER, E. C.; BORDER, W. L. Anormalidades da via de saída ventricular direita. In: **Ecocardiografia nas cardiopatias congênitas das crianças e dos adultos**. [s.l.: s.n.]p. 219–240.
- MILO, S. et al. Hour-Glass Deformity of the Pulmonary Valve: A Third Type of Pulmonary Valve Stenosis. **British heart journal**, v. 60, n. 2, p. 128–133, ago. 1988.
- MORITA, T. et al. The Repeatability and Characteristics of Right Ventricular Longitudinal Strain Imaging by Speckle-Tracking Echocardiography in Healthy Dogs. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 19, n. 4, p. 351–362, ago. 2017.
- MUSEWE, N. N. et al. The Dysplastic Pulmonary Valve: Echocardiographic Features and Results of Balloon Dilatation. **British heart journal**, v. 57, n. 4, p. 364–370, abr. 1987.
- NISHIMURA, S. et al. Echocardiographic evaluation of velocity ratio, velocity time integral ratio, and pulmonary valve area in dogs with pulmonary valve stenosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 5, p. 1570–1578, 2018.
- PATTERSON, D. F.; HASKINS, M. E.; SCHNARR, W. R. Hereditary Dysplasia of the Pulmonary Valve in Beagle Dogs. Pathologic and Genetic Studies. **The American journal of cardiology**, v. 47, n. 3, p. 631–641, mar. 1981.
- PEREIRA, G. G. Cardiopatias congênitas em cães e gatos. In: LARSSON, M, H, M, A. (Ed.). **Tratado de cardiologia em cães e gatos**. 1. ed. [s.l.: s.n.]p. 129–153.
- PETRUS, L, C. **Avaliação da função ventricular direita por meio da ecocardiografia em cães com doença valvar crônica de mitral**. 2016. Universidade de São Paulo, 2016.
- POSER, H. et al. Tricuspid annular plane systolic excursion in dogs with myxomatous mitral valve disease with and without pulmonary hypertension. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 19, n. 3, p. 228–239, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvc.2017.03.007>>.
- RHINEHART, J. D. et al. Effect of Body Position, Exercise, and Sedation on Estimation of Pulmonary Artery Pressure in Dogs with Degenerative Atrioventricular Valve Disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 31, n. 6, p. 1611–1621, 2017.
- RUDSKI, L. G. et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography.

Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and . **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 23, n. 7, p. 685–713, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>>.

SCANSEN, B. A. Coronary Artery Anomalies in Animals. **Veterinary sciences**, v. 4, n. 2, abr. 2017.

SCHROPE, D. P. Prevalence of Congenital Heart Disease in 76,301 Mixed-Breed Dogs and 57,025 Mixed-Breed Cats. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 192–202, set. 2015.

SODA, A. et al. Successful surgical correction of supra-ventricular pulmonary stenosis under beating heart using a cardiopulmonary bypass system in a dog. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 71, n. 2, p. 203–206, 2009.

THOMAS, W. P. et al. 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. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 7, n. 4, p. 247–252, 1993.

TRESEDER, J. R.; JUNG, S. W. Balloon dilation of congenital supra-ventricular pulmonary stenosis in a dog. **Journal of Veterinary Science**, v. 18, n. 1, p. 111–114, 2017.

UMBELINO, R, M.; LARSSON, M, H, M, A. Estudo retrospectivo da ocorrência de cardiopatias congênitas diagnosticadas em cães. In: Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2015.

VISSER, L. C. et al. Echocardiographic assessment of right ventricular systolic function in conscious healthy dogs following a single dose of pimobendan versus atenolol. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 3, p. 161–172, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvc.2015.04.001>>.

VISSER, L. C. et al. Echocardiographic Assessment of Right Ventricular Systolic Function in Conscious Healthy Dogs: Repeatability and Reference Intervals. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 17, n. 2, p. 83–96, jun. 2015b.

VISSER, L. C. Right Ventricular Function: Imaging Techniques. **The Veterinary clinics of North America. Small animal practice**, v. 47, n. 5, p. 989–1003, set. 2017.

VISSER, L. C. et al. Echocardiographic Assessment of Right Heart Size and Function in Dogs with Pulmonary Valve Stenosis. **Journal of veterinary cardiology : the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology**, v. 26, p. 19–28, dez. 2019.

VISSER, L. C.; SINTOV, D. J.; OLDACH, M. S. Evaluation of tricuspid annular plane systolic excursion measured by two-dimensional echocardiography in healthy dogs: repeatability, reference intervals, and comparison with M-mode

assessment. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 20, n. 3, p. 165–174, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.04.002>>.

WEBB, G, D.; SMALLHORN, J, F.; THERTIEN, J.; REDINGTON, A, N.
Congenital Heart Disease in the Adult and Pediatric Patient. In: ZIPERS, D, P.; LIBBY, P.; BONOW, R, O.; MANN, D, L.; TOMASELLI, D, F.; BRAUNWALD, E. (Ed.). **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine**. 11. ed. Filadélfia: Elsevier, 2018. p. 3772–3895.

WINTER, R. L. et al. Repeat balloon valvuloplasty for dogs with recurrent or persistent pulmonary stenosis. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 34, p. 29–36, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvc.2020.12.006>>.

APÊNDICE

	Raça	Sexo	Idade (Meses)	Peso (Kg)	Manifestações Clínicas	Tratamento
Animal 1	Buldogue francês	F	24	9,5	Assintomática	Metoprolol
Animal 2	Buldogue inglês	F	24	9,5	Síncope; Intolerância ao esforço	Metoprolol
Animal 3	Pastor Branco Suíço	M	11	30,03	Ascite; Intolerância ao esforço	Metoprolol
Animal 4	American bully	M	6	12,3	Assintomático	Metoprolol
Animal 5	Sem raça definida	F	8	10	Assintomática	Metoprolol
Animal 6	Maltês	M	12	3,5	Síncope	Metoprolol

M = Macho; F= Fêmea

Tabela 1 – Identificação dos animais do estudo quanto a raça, sexo, peso corporal, manifestações clínicas e tratamento – São Paulo, 2022

	An. Pulm. (cm)	An. Aórtico (cm)	Ao / Pulm	Tipo Estenose	EPLVDd (cm)	iEPLVDd (> 0,39)	AVDd (cm ²)	iAVDd (> 1,33)	AAD (cm ²)	iAAD (> 0,76)
Animal 1	1,46	1,49	1,02	1	0,79	0,45	3,78	0,94	4,07	0,82
Animal 2	1,23	1,63	1,32	2	0,57	0,32	7,68	1,90	4,22	0,85
Animal 3	1,37	1,70	1,24	2	1,36	0,58	8,90	1,08	15,72	1,40
Animal 4	1,06	1,00	0,94	1	0,44	0,23	2,84	0,60	5,09	0,86
Animal 5	1,25	1,34	1,07	1	0,66	0,37	3,37	0,81	3,87	0,75
Animal 6	1,00	0,73	0,73	Supravalvar	0,45	0,33	2,14	1,00	1,81	0,76

Cm: centímetro

- Valores entre parênteses representam o limite superior de referência para o índice. Valores superiores indicam aumento de espessura ou dimensão.

Tabela 2 - Dados ecocardiográficos de espessura e dimensão das câmaras cardíacas direitas e artéria pulmonar. São Paulo, 2022

	Pré-TAPSE (mm)	Pós-TAPSE (mm)	Pré-iTAPSE (<4,8)	Pós-iTAPSE (<4,8)	Pré-FAC (%)	Pós-FAC (%)	Pré-iFAC (<46,3)	Pós-iFAC (<46,3)	Pré-S'VD (cm/s)	Pós-S'VD (cm/s)	Pré-iS'VD (<4,3)	Pós-iS'VD (<4,3)	Pré-Fenc-VSVD (%)	Pós-Fenc-VSVD (%)
Animal 1	6,96	9,56	3,57	4,90	63,98	75,48	79,60	93,91	7,00	16,00	4,05	9,53	37	54
Animal 2	10,24	12,26	5,25	6,28	37,14	64,31	46,21	80,01	10,40	6,80	6,20	4,05	50	47
Animal 3	16,50	14,94	6,01	5,44	58,17	74,96	80,92	104,26	14,40	15,00	6,58	6,86	52	41
Animal 4	10,12	12,30	4,80	5,84	69,44	76,93	88,57	98,13	5,80	10,00	3,26	5,61	56	55
Animal 5	9,50	10,02	4,79	5,06	71,23	68,18	89,05	85,25	11,90	14,00	7,01	8,24	65	55
Animal 6	6,60	9,04	4,59	6,29	60,83	64,74	68,50	72,90	11,90	16,00	8,98	12,07	53	49

Mm: milímetro; %: porcentagem; cm/s: centímetro/segundo

- Valores entre parênteses representam o limite inferior do índice. Valores inferiores indicam disfunção sistólica do ventrículo direito
- Fenc-VSVD: valores de normalidade entre 45% e 62%

Tabela 3 3: Dados ecocardiográficos de índices de função do ventrículo direito prévios e posteriores a valvoplastia. Foram inclusos os índices indexados ao peso corporal. São Paulo, 2022

	Pré-Vmáx Pulm (m/s)	Pós-Vmáx Pulm (m/s)	Pré-VTI Pulm (cm)	Pós-VTI Pulm (cm)	Pré-Vmáx Pulm VTI (m/s)	Pós-Vmáx Pulm VTI (m/s)	Pré-GradVmáx Pulm VTI (mmHg)	Pós-GradVmáx Pulm VTI (mmHg)	Pré-Vmáx Ao VTI (m/s)	Pós-Vmáx Ao VTI (m/s)	Pré-VTI Ao (cm)	Pós-VTI Ao (cm)	Pré-Vmáx Ao / Vmáx Pulm	Pós-Vmáx Ao / Vmáx Pulm	Pré-VTI Ao / VTI Pulm	Pós-VTI Ao / VTI Pulm	Pré-Insuf. Tric. (m/s)	Pós-Insuf. Tric. (m/s).
Animal 1	6,79	4,25	92,04	43,10	6,45	4,04	166,34	65,71	1,55	1,13	13,88	11,01	0,24	0,28	0,15	0,26	5,18	2,38
Animal 2	5,11	4,18	81,21	65,85	4,74	3,69	90,39	54,54	0,83	1,03	9,96	14,79	0,18	0,28	0,12	0,22	2,14	x
Animal 3	5,51	4,09	122,88	75,33	5,74	3,73	132,39	55,78	0,83	1,56	9,96	21,01	0,15	0,42	0,08	0,28	5,96	4,18
Animal 4	6,54	3,46	95,91	66,23	5,66	4,02	128,23	64,97	1,48	1,50	15,95	16,07	0,26	0,37	0,17	0,2	x	3,87
Animal 5	5,01	3,72	76,12	56,06	4,85	3,86	94,17	55,14	1,23	1,16	10,51	10,57	0,25	0,30	0,14	0,19	x	X
Animal 6	5,68	3,27	89,92	30,39	5,60	2,71	125,79	29,49	1,12	1,03	9,31	9,56	0,20	0,38	0,10	0,31	x	x

m/s: metros/segundo; cm: centímetro; mmHg: milímetros de mercúrio

Tabela 4: Dados ecocardiográficos das mensurações do fluxo pulmonar e refluxo tricúspide previamente e posteriormente a valvoplastia. São Paulo, 2022