

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA INTEGRADA EM MEDICINA VETERINÁRIA**

Rayane Silva Alves

Relato de Caso: Persistência de forame oval em potra de raça Árabe

Belo Horizonte
2025

Rayane Silva Alves

Relato de Caso: Persistência de forame oval em potra de raça Árabe

Monografia de especialização apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialização em Clínica Médica de Equinos.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Luísa Soares de Miranda

Belo Horizonte
2025

A474r Alves, Rayane Silva, 1999-
Relato de caso: Persistência de forame oval em potra de raça Árabe/Rayane
Silva Alves.-2025.
39 f. il.

Orientadora: Ana Luísa Soares de Miranda

Monografia apresentada à Escola de Medicina Veterinária da UFMG, como
requisito parcial para obtenção do título Especialista - Residência em Medicina
Veterinária.

Referências bibliográficas: f. 37 – 39.

1. Equino - Teses – 2. Cardiologia Veterinária - Teses – 3. Veterinária –
Teses - I. Miranda, Ana Luísa de - II. Universidade Federal de Minas Gerais,
Escola de Veterinária - III. Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.

PROGRAMA DE RESIDÊNCIA INTEGRADA EM MEDICINA VETERINÁRIA

ATA DE DEFESA DE TCR DE RAYANE SILVA ALVES

Às 09:00 horas do dia 26/11/2025, reuniu-se, na Escola de Veterinária da UFMG a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão do Curso, para julgar em exame final, a defesa do TCR intitulado:

Persistência de forame oval em potra da raça Árabe: relato de caso, como requisito final para a obtenção do Título de Especialista em **Clínica Médica Equina**.

Abrindo a sessão, o Presidente da Banca, Profa. Ana Luísa Soares de Miranda, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa do TCR, passou a palavra ao candidato(a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do(a) candidato(a). Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do(a) candidato(a) e do público, para julgamento da TCR, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof. Ana Luísa Soares de Miranda (Presidente)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Priscila Fantini	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ms. Thalita Gomes de Freitas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): Aprovado
 Reprovado
Nota: 9,0

Para concluir o Programa, o(a) candidato(a) deverá entregar a versão final do TCR no repositório da UFMG, acatando, se houver as modificações sugeridas pela banca, Para tanto terá o prazo máximo de 30 dias a contar da data da defesa.

O resultado final foi comunicado publicamente ao(a) candidato(a) pelo Presidente da Banca. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 26 de novembro de 2025.

Assinatura dos membros da Banca:

Ana Luísa Soares de Miranda
Priscila Fantini
Thalita Gomes de Freitas



AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata pelo apoio, incentivo e dedicação de todas as pessoas que caminharam ao meu lado durante a residência, e pelas amizades preciosas construídas ao longo desse percurso tão intenso e transformador.

Primeiramente, aos meus pais, Cleusa e Jonas, obrigada por fazerem dos meus sonhos os de vocês, por cada palavra de fé, e por sempre me lembrarem que eu sou capaz. Se cheguei até aqui, foi porque vocês nunca deixaram que eu duvidasse disso. Nada seria possível sem vocês.

Às minhas professoras Priscila, Renata e, com carinho especial, Ana Luísa, minha tutora: obrigada por tanto. Pela orientação atenta, pela paciência nos dias difíceis, pela confiança depositada em mim e por cada ensinamento que levarei para a vida inteira. Vocês moldaram não só a profissional que me torno, mas também a pessoa que aprendi a ser.

Aos meus colegas de residência, Luis (R2), Igor (Rparça), e aos meus R1, Julia (minha duplinha) e Bernardo: obrigada por serem abrigo nos dias intensos, risada nos momentos de cansaço e força quando eu achava que não daria conta. Obrigada pelos perrengues compartilhados, pelos ombros amigos e por nunca soltarem minha mão. Vocês fizeram meus dias mais leves.

Às ex-residentes Bella, Nath, Dreza e Loiane, obrigada pelos conselhos que acalmaram, pelos desabafos trocados, pela sabedoria que só quem viveu sabe ensinar, e pela calma que vocês sempre traziam quando o mundo parecia pesado demais.

Ao EMIE, meu agradecimento sincero pela parceria, pela disposição em ajudar e aprender, e por tornarem o ambiente mais leve, mais humano e mais acolhedor. Vocês fizeram diferença todos os dias.

À Bel, nossa mãezona, meu carinho e gratidão infinitos. Obrigada pelo cuidado que abraça, pelo olhar atento, pelas palavras que confortam e pela presença que acalma. Você foi porto seguro.

E à Thalita, obrigada por dedicar seu tempo, carinho e atenção para me ajudar na elaboração deste trabalho. Sua ajuda foi essencial, e sou muito grata por isso.

A cada um de vocês, deixo minha gratidão mais sincera. Vocês se tornaram minha família durante essa jornada, deixaram tudo possível e que levarei comigo para sempre.

Por fim, agradeço a Deus por todas as bênçãos, pelas portas abertas, pelas forças renovadas e por me permitir estar exatamente onde eu sempre sonhei.

RESUMO

As cardiopatias congênitas em equinos são relativamente incomuns, mas podem apresentar impacto clínico significativo, especialmente em potros neonatos. Entre essas, os defeitos do septo atrial (DSA) e o forame oval patente (FOP) destacam-se por serem frequentemente subdiagnosticados, devido à ausência de sinais clínicos específicos. Este relato descreve uma potra da raça Árabe, com 40 dias de idade, apresentando crescimento retardado, diarreia persistente, inapetência, sopro sistólico de grau 3/6, taquicardia sinusal e membro pélvico frio, sugerindo hipoperfusão periférica. Diante da presença de sopro cardíaco e da suspeita de comprometimento circulatório, foi realizado exame cardiológico completo, incluindo eletrocardiograma e ecocardiografia. O eletrocardiograma demonstrou ritmo sinusal com frequência elevada, e a ecocardiografia identificou comunicação interatrial compatível com forame oval patente, medindo 1,01 cm, sem evidências de sobrecarga ventricular direita ou hipertensão pulmonar. A evolução clínica foi desfavorável, com agravamento progressivo do quadro geral. Devido ao prognóstico desfavorável, optou-se pela eutanásia humanitária. A necropsia confirmou a presença do FOP e de lesões infecciosas associadas. Este caso ressalta a importância da avaliação cardiológica detalhada em potros neonatos, integrando exame físico, ausculta, eletrocardiografia e ecocardiografia, mesmo quando os sinais clínicos predominantes não são de origem cardiovascular. O diagnóstico precoce de anomalias cardíacas permite compreender melhor sua relevância clínica e orientar condutas terapêuticas e prognósticas mais adequadas.

Palavras-chave: cardiopatia congênita; defeito do septo atrial; equino; ecocardiografia.

ABSTRACT

Congenital heart diseases in horses are relatively uncommon but may have significant clinical impact, especially in neonatal foals. Among these, atrial septal defects (ASD) and patent foramen ovale (PFO) stand out as conditions that are often underdiagnosed due to the absence of specific clinical signs. This report describes a 40-day-old Arabian filly presenting with stunted growth, persistent diarrhea, inappetence, a grade 3/6 systolic murmur, sinus tachycardia, and a cold hind limb, suggesting peripheral hypoperfusion. Given the presence of a cardiac murmur and the suspicion of circulatory compromise, a complete cardiologic evaluation was performed, including electrocardiography and echocardiography. The electrocardiogram showed sinus rhythm with an elevated heart rate, and echocardiography identified an interatrial communication consistent with a patent foramen ovale, measuring 1.01 cm, without evidence of right ventricular overload or pulmonary hypertension. Clinical progression was unfavorable, with progressive worsening of the overall condition. Due to the poor prognosis, humane euthanasia was elected. Necropsy confirmed the presence of PFO and associated infectious lesions. This case highlights the importance of detailed cardiologic assessment in neonatal foals, integrating physical examination, auscultation, electrocardiography, and echocardiography, even when the predominant clinical signs are not of cardiovascular origin. Early diagnosis of cardiac abnormalities allows for a better understanding of their clinical relevance and supports more appropriate therapeutic and prognostic decision-making.

Keywords: *congenital heart disease; atrial septal defect; horse; echocardiography.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Divisão do coração em quatro câmaras.....	14
Figura 2 Localizações anatômicas das comunicações interatriais.....	18
Figura 3 Traçado eletrocardiográfico mostrando ritmo sinusal normal com onda P, complexo QRS e onda T.....	21
Figura 4 Coroa do casco do membro pélvico esquerdo com coloração arroxeadada (cianótica), indicando hipoperfusão periférica.....	26
Figura 5 Comparação entre os membros pélvicos: direito com coloração normal e esquerdo cianótico.....	27
Figura 6 Termografia comparativa demonstrando redução da temperatura no membro pélvico esquerdo.....	27
Figura 7 Trecho de eletrocardiograma em derivação DII da paciente (velocidade de 25 mm/s, sensibilidade de 10 mm/mV).....	28
Figura 8 Imagem bidimensional na janela paraesternal esquerda no plano de corte apical das quatro câmaras.....	30
Figura 9 Imagem bidimensional na janela paraesternal esquerda no plano de corte apical das quatro câmaras com doppler colorido demonstrando comunicação interatrial.....	30
Figura 10 Imagem de necropsia evidenciando comunicação interatrial, demonstrando a abertura anômala entre átrio direito e átrio esquerdo	31
Figura 11 Comunicação interatrial localizada na fossa oval (pinça).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Duração de diferentes ondas e complexos em um ECG equino normal.....	22
Tabela 2 Valores obtidos das mensurações das ondas eletrocardiográficas (velocidade = 25 mm/s; sensibilidade = 10 mm/mV).....	29

LISTA DE ABREVIações

AE – Átrio Esquerdo
AD- Átrio direito
AVT- Atresia da valva tricúspide
BPM- Batimentos por minuto
CIA - Comunicação interatrial
CID – Coagulação Intravascular Disseminada
DSA – Defeito do Septo Atrial
DSV – Defeito do Septo Ventricular
ECG – Eletrocardiograma
ECO – Ecocardiograma
FOP – Forame Oval Patente
HP – Hipertensão Pulmonar
IV- Intravenoso
PDA- Persistência do ducto arterioso
QID- Quatro vezes ao dia
SID- Uma vez ao dia
SIRS – Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica
TID- Três vezes ao dia
TOF- Tetralogia de Fallot
TPC- Tempo de preenchimento capilar
VD – Ventrículo Direito
VE – Ventrículo Esquerdo
VO - Via oral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO CARDÍACO.....	12
2.2 MALFORMAÇÃO CONGÊNITA EM EQUINOS.....	14
2.3 COMUNICAÇÕES INTERATRIAIS.....	15
2.4 RECONHECENDO MALFORMAÇÕES CONGÊNITAS EM EQUINOS.....	18
2.5 ELETROCARDIOGRAMA.....	20
2.6 ECOCARDIOGRAMA.....	22
3. RELATO DE CASO.....	25
4. DISCUSSÃO.....	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

As cardiopatias congênitas em equinos, embora raras, representam um grupo importante de alterações que podem comprometer o desempenho atlético, o crescimento e a sobrevivência de potros. Esses defeitos estruturais resultam de anormalidades no desenvolvimento embrionário do coração e dos grandes vasos, podendo afetar uma ou múltiplas estruturas cardíacas (MARR; BOWEN, 2010; REED; BAYLY; SELTON, 2018). Dentre as cardiopatias descritas em potros, os defeitos do septo interventricular (DSV) e interatrial (DSA) estão entre os mais frequentemente relatados, sendo observados isoladamente ou em associação a outras anomalias (BROWN et al., 2024).

O defeito de septo atrial (DSA) é caracterizado pela presença de uma comunicação anormal entre os átrios direito e esquerdo, resultando em um fluxo sanguíneo (shunt) entre essas câmaras. Na maioria dos casos em equinos, essa comunicação representa uma persistência funcional do forame oval, que normalmente deveria se fechar pouco após o nascimento (MARR; BOWEN, 2010; HALL; MAGDESIAN; KITTLESON, 2010). Em geral, a persistência do forame oval (PFO) isolada não causa repercussões hemodinâmicas significativas, sendo frequentemente um achado incidental durante exames ecocardiográficos de rotina. Contudo, quando o shunt é amplo ou ocorre em direção direita-esquerda, pode haver hipóxia tecidual, intolerância ao exercício e sinais clínicos de cianose ou hipoperfusão periférica (BUERGELT, 2003; SCHWARZWALD, 2019).

O diagnóstico das cardiopatias congênitas em equinos depende da integração entre exame clínico, ausculta cardíaca, eletrocardiografia e, principalmente, ecocardiografia (SCHWARZWALD, 2019). O reconhecimento precoce dessas alterações é essencial para o estabelecimento do prognóstico e para a tomada de decisão quanto à viabilidade terapêutica e ao bem-estar do animal. Em potros com quadros multissistêmicos ou infecciosos concomitantes, a coexistência de uma cardiopatia congênita pode agravar o desequilíbrio hemodinâmico e acelerar a descompensação clínica (MARR; BOWEN, 2010). Nesse contexto, a documentação de casos clínicos em potros, especialmente em raças predispostas, contribui para ampliar o conhecimento sobre as manifestações clínicas e as implicações prognósticas dos defeitos cardíacos congênitos na espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO CARDÍACO

O embrião equino, nas fases iniciais do desenvolvimento, depende da difusão dos fluidos secretados pelas glândulas uterinas para sua nutrição. No entanto, o rápido crescimento exige a formação de um sistema circulatório eficiente para o transporte de oxigênio e nutrientes, bem como a remoção de metabólitos e dióxido de carbono. Por isso, o sistema cardiovascular, que engloba coração, veias, artérias e sangue, começa a se formar já na terceira semana de gestação, com os primeiros batimentos cardíacos coordenados observados por volta do 24º dia em equinos (HYTTEL; SINOWATZ; VEJLSTED, 2012).

Os primórdios cardíacos se originam de aglomerados simétricos de células mesenquimais, que se fundem para formar um tubo cardíaco reto (MARR; BOWEN, 2010; GITTENBERGER-DE GROOT, 2013). Com o dobramento embrionário, esse tubo assume o formato de ferradura e se posiciona ventralmente ao disco embrionário, dentro da cavidade pericárdica. Nessa fase, o coração consiste em uma estrutura tubular simples, com uma única entrada, o canal atrioventricular comum, e uma única saída. Posteriormente, o tubo sofre o processo de *looping* cardíaco, seguido pela septação interna, originando gradualmente as quatro câmaras cardíacas responsáveis pelas circulações pulmonar e sistêmica (MARR; BOWEN, 2010; HYTTEL; SINOWATZ; VEJLSTED, 2012).

Concomitantemente, ocorre o remodelamento dos canais atrioventriculares, que se alinham aos ventrículos direito e esquerdo. A septação ventricular é completada entre o 36º e o 38º dia de gestação, paralelamente à formação das valvas atrioventriculares. Alterações nesses estágios críticos podem resultar em malformações cardíacas congênitas, como defeitos de septo atrial e ventricular, frequentemente relatados em neonatos equinos (MARR; BOWEN, 2010).

Nesse contexto de septação intracardíaca, destaca-se o desenvolvimento do septo interatrial, um processo embrionário complexo iniciado entre a 4ª e a 5ª semana de gestação, cuja finalidade é separar as circulações sistêmica e pulmonar. Esse processo tem início com o crescimento do *septo primum* a partir do teto do átrio primitivo em direção às almofadas endocárdicas, formando o *óstio primum*. Com a fusão do *septo primum* aos coxins endocárdicos, ocorre o fechamento do *óstio primum*, enquanto a apoptose na porção cefálica do *septo primum* dá

origem ao *óstio secundum*, permitindo a manutenção do fluxo interatrial fetal. Paralelamente, o *septo secundum* desenvolve-se como uma dobra em meia-lua à direita do *septo primum*, cobrindo parcialmente o *óstio secundum* e formando o forame oval, cuja válvula corresponde à porção inferior do *septo primum*. Após o nascimento, a redução da resistência vascular pulmonar favorece o fechamento funcional dessa estrutura, e alterações nesses mecanismos resultam em comunicações interatriais (ROJAS et al., 2010; HYTTEL; SINOWATZ; VEJLSTED, 2012).

Do ponto de vista funcional, essas estruturas anatômicas desempenham papel central na circulação fetal. Durante a embriogênese, a circulação fetal evolui de uma simples atividade peristáltica do tubo cardíaco primitivo para um sistema funcional que depende de duas comunicações essenciais: o ducto arterial e o forame oval. O sangue oxigenado proveniente da placenta retorna ao coração fetal pela veia umbilical e ducto venoso, atravessando o septo interatrial pelo forame oval, que atua como válvula e direciona o sangue mais oxigenado preferencialmente ao átrio e ventrículo esquerdos. Já o sangue venoso sistêmico, com menor saturação de oxigênio, é conduzido ao ventrículo direito e ao tronco pulmonar. Como os pulmões fetais permanecem colapsados e apresentam alta resistência vascular, o ducto arterial permite que o sangue desoxigenado desvie do pulmão e flua diretamente para a aorta descendente, retornando à placenta pelas artérias umbilicais (SCANSEN, 2019).

A transição da circulação fetal para a vida extrauterina exige o fechamento dessas derivações fisiológicas, fundamentais para o desvio de sangue no feto. O ducto venoso e o forame oval normalmente se fecham nas primeiras uma a duas semanas após o nascimento, enquanto o ducto arterial sofre fechamento funcional nas primeiras horas de vida. A persistência de qualquer uma dessas comunicações pode resultar em complicações pós-natais, como o ducto arterioso patente ou a persistência do forame oval (SCANSEN, 2019). Assim, durante o período fetal, o forame oval permanece como uma comunicação funcional entre os átrios, permitindo o fluxo de sangue oxigenado para o coração esquerdo até o momento do nascimento, quando se inicia o seu fechamento fisiológico (MARR; BOWEN, 2010; SCANSEN, 2019).

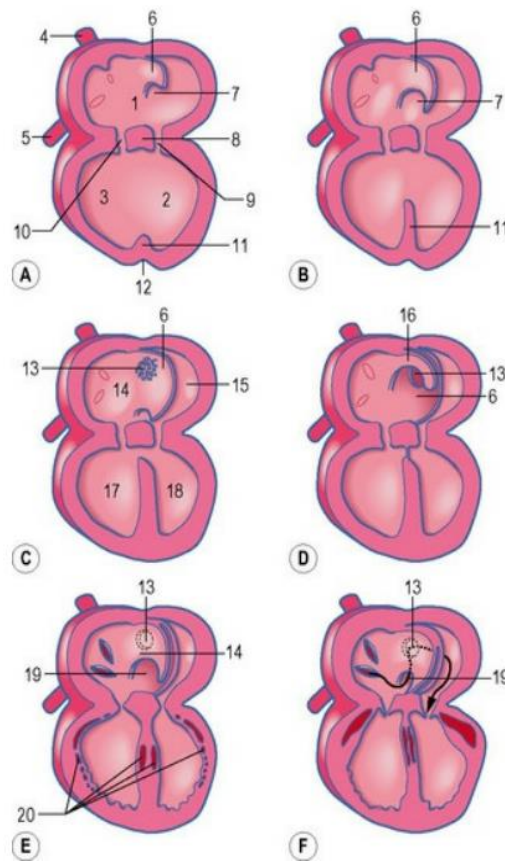


Figura 1: Divisão do coração em quatro câmaras. 1: Átrio; 2: Ventrículo; 3: Bulbo arterioso; 4: Veia cava cranial; 5: Veia cava cranial; 6: Septo primário; 7: Óstio primário; 8: Septo intermédio; 9: Canal atrioventricular esquerdo; 10: Canal atrioventricular direito; 11: Septo interventricular; 12: Sulco interventricular; 13: Forame secundário; 14: Átrio direito; 15: Átrio esquerdo; 16: Septo secundário; 17: Ventrículo direito; 18: Ventrículo esquerdo; 19: Forame oval; 20: Cavitação do miocárdio. Fonte: (HYTTEL; SINOWATZ; VEJLSTED, 2012).

2.2 MALFORMAÇÃO CONGÊNITA EM EQUINOS

A prevalência de defeitos cardíacos congênitos em equinos é considerada relativamente baixa, variando entre 0,1% e 0,5%, quando comparada à observada em outras espécies domésticas (HALL; MAGDESAN; KITTLESON, 2010). Apesar dessa baixa incidência geral, tais anomalias podem representar de 3% a 5% de todos os defeitos congênitos de órgãos em cavalos (BUERGELT, 2004; HALL; MAGDESAN; KITTLESON, 2010).

Entre as raças, o cavalo Árabe é amplamente reconhecido por sua possível predisposição genética, sendo consistentemente super-representado em levantamentos populacionais, chegando a corresponder a até 39% dos casos relatados. Essa tendência também tem sido

observada em outras raças, como Standardbred, Welsh Mountain Pony e Morgan (MARR; BOWEN, 2010; BROWN et al., 2024).

Os potros portadores de cardiopatias congênitas graves ou complexas geralmente manifestam sinais clínicos nos primeiros dias ou semanas de vida, incluindo atraso no crescimento, dispneia, cianose ou episódios de síncope. Muitos, entretanto, podem morrer durante ou logo após o parto, antes que a anomalia seja diagnosticada clinicamente (SCANSEN, 2019). Por outro lado, defeitos menos graves podem permanecer assintomáticos até o início das atividades atléticas ou serem detectados de forma incidental em animais adultos (MARR; BOWEN, 2010). Dessa forma, a prevalência real e a distribuição relativa das diferentes cardiopatias congênitas em equinos ainda permanecem imprecisas (SCANSEN, 2019).

As cardiopatias congênitas em cavalos podem ser classificadas, de forma geral, em shunts, displasias valvares, malformações vasculares e anomalias do desenvolvimento miocárdico ou elétrico, sendo as lesões de shunt as mais frequentemente observadas (SCANSEN, 2019). Entre as malformações mais comuns descritas em cavalos Árabes destacam-se os defeitos do septo ventricular (DSV), a Tetralogia de Fallot (TOF), a persistência do ducto arterioso (PDA), a atresia da valva tricúspide (AVT) e os defeitos do septo atrial (DSA) (BROWN et al., 2024). Dentre essas, os DSVs se sobressaem como a cardiopatia congênita mais prevalente em equinos, apresentando ocorrência aproximadamente duas vezes superior à de qualquer outra anomalia cardíaca congênita em populações clínicas (BONAGURA, 2019; SCANSEN, 2019; BROWN et al., 2024).

2.3 COMUNICAÇÕES INTERATRIAIS

As comunicações interatriais (CIA) abrangem tanto o defeito do septo atrial (DSA) quanto o forame oval patente (FOP), cuja diferenciação pode ser desafiadora. Por essa razão, esses defeitos são frequentemente agrupados em estudos epidemiológicos, com prevalência combinada estimada entre 15% e 44% das cardiopatias congênitas em equinos. Muitos casos leves, contudo, permanecem não detectados por produzirem poucos ou nenhum sinal clínico, o que provavelmente subestima a sua verdadeira prevalência (BROWN et al., 2024).

O forame oval é uma abertura fisiológica presente no septo interatrial durante a vida fetal, formada pela justaposição do *septo primum* e do *septo secundum*. Essa estrutura permite a passagem do sangue do átrio direito para o esquerdo, desviando o fluxo dos pulmões ainda não

funcionais (VENSÃO; SANTOS, 2023). Após o nascimento, o aumento da pressão no átrio esquerdo ocasiona o fechamento funcional do forame oval (BONAGURA, 2019), enquanto o fechamento anatômico pode ocorrer entre 15 dias e 9 semanas de idade (REEF, 1985b; HALL; MAGDESIAN; KITTLESON, 2010).

O FOP e o DSA diferem principalmente quanto à sua etiologia. O FOP resulta da falha de fechamento dessa comunicação fisiológica pós-natal e, por representar uma característica da circulação fetal normal, alguns autores sugerem que sua persistência isolada não deva ser considerada uma cardiopatia congênita verdadeira (BROWN et al., 2024). Já o DSA decorre de uma falha na formação do tecido septal, caracterizando uma ausência real de septo e permitindo fluxo sanguíneo bidirecional (PHYSICK-SHEARD et al., 1985; BUERGELT, 2003; BROWN et al., 2024).

Nesse contexto, o FOP é considerado uma subclasse da comunicação interatrial do tipo *óstio secundum* e não representa um defeito do septo verdadeiro, sendo a anomalia septal mais comum. As comunicações interatriais são tradicionalmente classificadas em quatro tipos principais: *óstio secundum*, decorrente de reabsorção excessiva do *septo primum* ou desenvolvimento incompleto do *septo secundum*; *óstio primum*, resultante da falha de fusão do *septo primum* com as almofadas endocárdicas e inserida no espectro dos defeitos do septo atrioventricular; defeitos do seio venoso, superior ou inferior, associados a anomalias na drenagem das veias cavas e frequentemente a conexões venosas pulmonares anômalas; e defeito do seio coronário, caracterizado pela ausência parcial da parede entre o seio coronário e o átrio esquerdo, estabelecendo comunicação interatrial (MENILLO; ALAHMADI; PEARSON-SHAVER, 2025).

O DSA é considerado raro em cavalos, e a maioria dos casos relatados ocorre como parte de anomalias cardíacas complexas (SCANSEN, 2019). A classificação ecocardiográfica baseia-se na localização do defeito, sendo descritos os tipos *óstio primum* e *óstio secundum* (REDPATH et al., 2020). O tipo *óstio secundum*, localizado na fossa oval (Fig. 2), é o mais comum tanto em humanos quanto em equinos (BUERGELT, 2003).

Na medicina humana, embora a maioria dos indivíduos com FOP seja assintomática, essa condição está associada a diversas complicações clínicas, sendo reconhecida como fator de risco para eventos cerebrais, como acidente vascular cerebral criptogênico, ataques isquêmicos transitórios e enxaqueca (HARA, 2022). Com menor frequência, o FOP também está relacionado a eventos embólicos sistêmicos paradoxais não cerebrais, incluindo infarto do

miocárdio, infarto renal e isquemia de membros (DAO; TOBIS, 2011). Esses achados reforçam o potencial patogênico do FOP em situações que favorecem o desvio direita–esquerda e a passagem de êmbolos para a circulação sistêmica.

Em equinos, por sua vez, há pouca informação disponível sobre o impacto clínico isolado de FOPs e DSAs. O FOP raramente está associado a manifestações clínicas, exceto quando coexistem outras malformações cardíacas (REEF, 1985b). Nesse contexto, pequenos defeitos podem ser mais clinicamente relevantes devido ao potencial embólico e suas consequências dinâmicas, o que justifica a investigação mesmo na ausência de sobrecarga de câmara (STAFFEN; DAVIDSON, 1993).

Quando sintomáticos, esses defeitos podem causar letargia, baixo desempenho e, ocasionalmente, sobrecarga do ventrículo direito (BROWN et al., 2024). Embora o fluxo da esquerda para a direita através do defeito possa gerar sobrecarga volumétrica das câmaras direitas, isso é incomum em equinos. Em situações que elevam a pressão atrial direita, como estenose pulmonar ou insuficiência tricúspide, o fluxo pode inverter-se (direita-esquerda), resultando em hipoxemia e cianose (BONAGURA, 2019; SCANSEN, 2019).

Técnicas para o fechamento de defeitos do septo atrial são descritas em humanos e cães, com o primeiro fechamento transcater em cão relatado em 2009. No entanto, o fechamento de defeitos do septo atrial em cavalos nunca foi relatado (REDPATH et al., 2020). O prognóstico tende a ser reservado quando esses defeitos ocorrem como parte de cardiopatias congênitas complexas, sendo geralmente benignos e clinicamente irrelevantes quando isolados (BROWN et al., 2024).

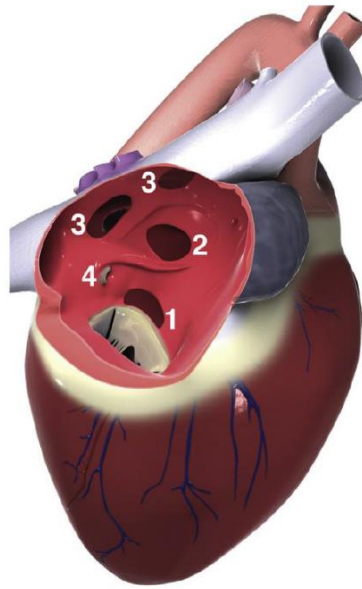


Figura 2: Localizações anatômicas das comunicações interatriais (CIAs). Defeitos no septo interatrial ventral, acima da valva tricúspide, são denominados DSA *primum* (1); aqueles na área da fossa oval são DSA *secundum* (2); aqueles na parte alta do septo atrial dorsal, próximos ao fluxo da veia cava cranial ou caudal, são CIA do seio venoso (3) e podem estar associados à drenagem venosa pulmonar anômala; e um DSA do seio coronário sem teto (4) representa a última localização desses defeitos. (Fonte: Adaptado de Scansen, 2019).

2.4 RECONHECENDO MALFORMAÇÕES CONGÊNITAS EM EQUINOS

Potros com cardiopatias congênitas complexas ou graves podem apresentar sinais clínicos logo nas primeiras semanas de vida, incluindo falha no crescimento, dispneia, cianose ou episódios de síncope. Esses sinais, contudo, são inespecíficos, e os diagnósticos diferenciais incluem pneumonia, dismaturidade e sepse (SCANSEN, 2019). A suspeita de cardiopatia congênita, especialmente nas formas mais graves, pode surgir a partir da observação de atraso no desenvolvimento em relação aos contemporâneos ou de episódios recorrentes de doença respiratória relatados pelo proprietário (KEEN, 2017).

A avaliação cardiovascular em potros recém-nascidos deve iniciar-se com um exame físico completo. Devem ser observados, atitude, peso, condição corporal e padrão respiratório, incluindo frequência e esforço em repouso. A inspeção das veias jugulares também é importante e deve ser realizada com o animal em estação. A oclusão da veia jugular, observando o retorno

do fluxo sanguíneo em direção ao coração, auxilia na diferenciação entre um verdadeiro pulso jugular e pulsações fisiológicas. A presença de pulso jugular positivo geralmente está associada ao refluxo através da valva tricúspide e à insuficiência cardíaca direita. Outros achados compatíveis com esse quadro incluem distensão abdominal e edema ventral (REEF, 1985a).

A auscultação cardíaca é uma etapa fundamental para detecção e caracterização das doenças cardíacas em equinos, visto que sopros e arritmias podem estar presentes mesmo na ausência de sinais clínicos evidentes (REEF, 1985a; FREGIN, 1992). A maioria das cardiopatias congênitas está associada à sopros de alta intensidade (SCANSEN, 2019). É essencial identificar quais dos quatro sons cardíacos normais estão audíveis, pois isso auxilia na determinação do tempo dos sopros e na avaliação do ritmo. Os sons S1 e S2 são de alta frequência e quase sempre perceptíveis, exceto quando mascarados por sopros intensos. Já os sons S3 e S4 são de frequência mais baixa e, portanto, mais difíceis de auscultar, ocorrendo próximos temporalmente a S2 e S1, respectivamente.

Os sopros são sons que ocorrem entre os batimentos cardíacos normais. Eles podem ser fisiológicos, decorrentes do fluxo sanguíneo normal, ou patológicos, resultantes de alterações nas estruturas cardíacas que produzem fluxo turbulento. Os sopros patológicos são classificados em três categorias: (1) regurgitação valvar, (2) estenose valvar e (3) comunicações anormais entre câmaras e/ou grandes vasos (KEEN, 2019).

Em neonatos, sopros relacionados ao fluxo sanguíneo através de ducto arterioso patente são comuns até o quarto dia de vida. Esses sopros costumam ser sistólicos, embora possam ser contínuos. Sopros contínuos, entretanto, normalmente desaparecem dentro de 24 horas após o nascimento e devem ser considerados anormais quando persistem além do quarto dia (REEF, 1985b).

Exames complementares são essenciais para caracterizar os achados do exame físico. O eletrocardiograma (ECG) é indicado na presença de arritmias, enquanto a ecocardiografia é a principal ferramenta para avaliação de sopros cardíacos (REEF, 1985a). Além de possibilitar a compreensão da fisiologia normal do coração equino, a ecocardiografia é um método não invasivo e indispensável para o diagnóstico e a avaliação da gravidade das cardiopatias congênitas e adquiridas em potros (MARR; BOWEN, 2010).

2.5 ELETROCARDIOGRAMA

O eletrocardiograma (ECG) é uma ferramenta valiosa para a avaliação da atividade elétrica cardíaca em equinos, permitindo determinar a frequência, o ritmo e os tempos de condução (REEF, 1985a). O traçado eletrocardiográfico representa a soma dos potenciais elétricos gerados pelos cardiomiócitos durante o ciclo cardíaco, captados por eletrodos fixados na pele e registrados graficamente em papel milimetrado ou monitor digital (MITCHELL, 2019). Embora o exame não forneça informações anatômicas diretas, ele é essencial para o diagnóstico de arritmias e distúrbios de condução, além de auxiliar na avaliação de alterações associadas a cardiopatias congênitas, adquiridas ou metabólicas (VAN LOON, 2019).

O método mais utilizado para aquisição do ECG em equinos é a derivação base-ápice, que proporciona traçados de alta amplitude e fácil interpretação. Nesse sistema, o eletrodo do “braço esquerdo” (geralmente amarelo) é colocado sobre o ápice cardíaco, enquanto o do “braço direito” (vermelho) é posicionado na base do coração, preferencialmente sobre o sulco jugular direito. O eletrodo neutro (preto) pode ser fixado em qualquer região do corpo, como a pele solta do pescoço (HALLOWELL, 2008).

Na configuração “base-ápice”, onde tanto a “Derivação I” (RA/LA) quanto a “Derivação II” (RA/LL) podem ser selecionadas no monitor para exibir o traçado de ECG. Com esta configuração, a “Derivação I” destacará a atividade elétrica atrial, produzindo ondas P ligeiramente ampliadas para auxiliar na diferenciação de complexos ectópicos atriais. A “Derivação II” produzirá o ECG típico, onde a onda P é positiva, complexo QRS amplamente negativo e onda T variável, porém geralmente positiva (HALLOWELL, 2008). A “Derivação III” produzirá uma configuração QRS alternativa, que pode auxiliar na detecção de complexos ectópicos ventriculares (MITCHELL, 2019). Com relação à derivação base-ápice, utiliza-se comumente a derivação DII (YONEZAWA et al., 2014).

O registro é normalmente realizado com velocidade de papel de 25 ou 50 mm/s e sensibilidade de 10 mm/mV. Nessa padronização, 1 mm no eixo horizontal equivale a 0,02 s (a 50 mm/s) e 1 mm no eixo vertical corresponde a 0,1 mV, o que permite medir com precisão a duração e amplitude das ondas e intervalos, bem como calcular a frequência cardíaca a partir do intervalo R–R médio (MARR; BOWEN, 2010).

A interpretação do traçado eletrocardiográfico (figura 3) baseia-se na análise da frequência cardíaca, regularidade do ritmo e morfologia das ondas e intervalos (YONEZAWA et al., 2014).

Os principais componentes e seus significados são:

- Onda P: despolarização atrial
- Complexo QRS: despolarização ventricular
- Onda T: repolarização ventricular, podendo ser positiva, negativa ou bifásica;
- Intervalo PR: condução do estímulo dos átrios aos ventrículos
- Intervalo QT: duração aproximada da sístole ventricular e período refratário.

A repolarização atrial ocorre simultaneamente à despolarização ventricular e, por isso, geralmente não é visível no traçado (YONEZAWA et al., 2014; MITCHELL, 2019).



Figura 3. Traçado eletrocardiográfico mostrando ritmo sinusal normal com onda P, complexo QRS e onda T. A barra linear indica 1 segundo (Adaptado de Verheyen et al, 2010a).

De acordo com Verheyen et al. (2010a), a morfologia das ondas eletrocardiográficas em equinos apresenta grande variabilidade fisiológica. A onda P pode assumir formas bífida, positiva simples ou bifásica, sem necessariamente indicar anormalidade. A onda T, por sua vez, é altamente variável em tamanho e polaridade, sendo particularmente influenciada pela frequência cardíaca e por variações batimento a batimento no intervalo RR. Essa instabilidade morfológica da onda T deve ser considerada na interpretação, pois embora possa auxiliar na diferenciação entre batimentos ventriculares normais e ectópicos, também pode sofrer alterações não patológicas. O intervalo QT em cavalos normais raramente ultrapassa 0,58 segundos. Ademais, devido à ampla distribuição das fibras de Purkinje no miocárdio equino, o complexo QRS fornece pouca informação diagnóstica sobre o tamanho cardíaco ou a origem precisa de batimentos ectópicos, sendo mais útil para avaliação da frequência e do ritmo cardíaco.

Tabela 1: Duração de diferentes ondas e complexos em um ECG equino normal. (Adaptado de Verheyen et al, 2010a).

Onda ou complexo	Duração (segundos)
Onda P	≤ 0.16
Intervalo PR	≤ 0.5 pônei: ≤ 0.24 potro: 0,11-0,18
Complexo QRS	≤ 0.14 potro: 0,05-0,08
Intervalo QT	≤ 0.58 potro: 0,19-0,36

Em cavalos saudáveis, o ritmo sinusal é o padrão mais observado, embora arritmias fisiológicas, como a arritmia sinusal e o bloqueio atrioventricular de segundo grau tipo Mobitz I, sejam comuns devido ao tônus vagal elevado e desapareçam com o exercício (VAN LOON, 2019). Por outro lado, a presença de taquiarritmias, complexos QRS anormais ou irregularidades persistentes pode indicar doença cardíaca estrutural, como miocardiopatias, defeitos de septo ou distúrbios eletrolíticos. A correta interpretação do ECG é, portanto, essencial para distinguir padrões fisiológicos de alterações patológicas (PATTESON, 1996; VAN LOON, 2019).

2.6 ECOCARDIOGRAMA

Nas últimas três décadas e meia, o ecocardiograma (ECO) consolidou-se como o principal exame diagnóstico para avaliação cardíaca em equinos. A modalidade transtorácica, nas variações bidimensional (2D), modo M e Doppler, permite uma análise abrangente das estruturas internas do coração, dimensões das câmaras e grandes vasos, fluxos sanguíneos, função mecânica, presença de lesões cardíacas e aspectos hemodinâmicos associados (BONAGURA; BLISSITT, 1995; REED; BAYLY; SELTON, 2018).

O exame é particularmente indicado em cavalos com sopros cardíacos, pois possibilita distinguir sopros fisiológicos de patológicos e determinar sua relevância clínica. Além disso, é essencial para identificar distúrbios cardíacos, avaliar consequências hemodinâmicas e estruturais das enfermidades, bem como monitorar resposta ao tratamento e progressão das alterações observadas (REED; BAYLY; SELLON, 2018).

Para equinos adultos de grande porte, recomenda-se o uso de transdutores setoriais com frequência entre 1,3 e 3,5 MHz, enquanto em potros faixas entre 5,0 e 7,0 MHz oferecem melhor resolução. Quando transdutores específicos não estão disponíveis, modelos curvilíneos de baixa frequência podem fornecer imagens bidimensionais de qualidade satisfatória (MARR; BOWEN, 2010; SCHWARZWALD, 2019).

As imagens são obtidas preferencialmente pela janela paraesternal direita, posicionando-se o transdutor no quarto espaço intercostal direito, logo abaixo do músculo tríceps. O cavalo deve manter o membro torácico direito ligeiramente avançado, o que facilita a visualização das estruturas cardíacas. O transdutor deve ser inclinado entre 5° e 10° em relação ao plano vertical, de forma que o feixe de ultrassom percorra o eixo longo do coração da região dorsal (1–2 horas) para a ventral (7–8 horas) e o eixo curto da cranial (3–4 horas) para a caudal (9–10 horas). Para melhor visualização da valva aórtica, pode-se realizar uma leve rotação no sentido horário (MARR; BOWEN, 2010).

O ecocardiograma bidimensional (modo brilho, 2D) gera imagens em tempo real, permitindo a análise direta das câmaras, valvas e septos cardíacos. O modo M, por sua vez, registra o movimento das estruturas cardíacas ao longo do tempo, sendo particularmente útil para mensurar as dimensões diastólicas e sistólicas do ventrículo esquerdo, a função contrátil e a mobilidade das válvulas. Já o ecocardiograma Doppler, baseado no efeito Doppler, avalia o fluxo sanguíneo intracardíaco e vascular, identificando regurgitações valvares, estenoses e gradientes de pressão (SCHWARZWALD, 2019).

O Doppler pode ser aplicado em três modalidades principais: pulsado, que mede velocidades em pontos específicos; contínuo, capaz de registrar altas velocidades ao longo de todo o feixe ultrassônico (como em casos de estenose); e colorido, que representa graficamente a direção e a velocidade do fluxo — sendo tons de vermelho indicativos de fluxo em direção ao transdutor e de azul, de fluxo afastando-se. Essa modalidade é indispensável na diferenciação entre fluxos fisiológicos e patológicos e na quantificação da gravidade das lesões cardíacas (SCHWARZWALD, 2019).

Um dos principais objetivos do ECO é a detecção de dilatação ou hipertrofia das câmaras cardíacas. No entanto, a quantificação objetiva das dimensões do átrio direito (AD) e do ventrículo direito (VD) é dificultada pela forma geométrica complexa do coração direito e pela dependência das medições em relação ao posicionamento do transdutor e ao plano de imagem. Assim, a avaliação subjetiva das câmaras direitas em múltiplos planos é fundamental (REED; BAYLY; SELTON, 2018).

A comparação entre câmaras dentro de um mesmo indivíduo fornece informações valiosas. Por exemplo, o diâmetro do átrio esquerdo, em um plano de eixo longo esquerdo, deve ser apenas ligeiramente maior que o diâmetro interno do ventrículo esquerdo obtido em um plano de quatro câmaras de eixo longo direito. Em cavalos adultos, o diâmetro interno do ventrículo direito normalmente não excede um terço do ventrículo esquerdo; contudo, em potros jovens com cardiopatias, a adaptação do ventrículo direito pode resultar em uma proporção ligeiramente superior. Em potros recém-nascidos, a parede do ventrículo direito é relativamente espessa em comparação à de adultos, embora nenhum dos ventrículos deva apresentar formato arredondado no ápice (WONG; WILKINS, 2024).

O ECO também é valioso na quantificação do shunt da esquerda para a direita, na identificação de anomalias associadas e na estimativa das pressões pulmonares. Em pacientes com suspeita de CIA, os principais objetivos do exame são: (1) determinar a presença do defeito; (2) avaliar o volume e a direção do fluxo através do septo interatrial; e (3) identificar anomalias associadas e possíveis complicações (STAFFEN; DAVIDSON, 1993).

A hipertensão pulmonar (HP) caracteriza-se pelo aumento da pressão nas artérias pulmonares, decorrente da elevação do débito cardíaco, da resistência vascular pulmonar ou de ambos. Clinicamente, a HP significativa leva à disfunção cardíaca direita, sendo a intolerância ao exercício, relacionada à diminuição do débito cardíaco, o sinal mais comum. A dilatação do tronco pulmonar e dos ramos das artérias pulmonares constituem os achados ecocardiográficos típicos. O padrão de dilatação do VD é variável, sendo frequentemente “misto”, com discreta hipertrofia associada à dilatação do ventrículo e do átrio direitos (BONAGURA, 2019).

O ECO com contraste pode ser utilizado para identificar fluxos sanguíneos anormais, embora seu uso tenha diminuído com o avanço do ecocardiograma Doppler. Esse método baseia-se na alteração da impedância acústica de uma pequena porção de sangue por meio da injeção de soluções agitadas, como solução salina. Após a injeção, a densidade sanguínea aumenta e formam-se microcavitações que atuam como fortes refletores ultrassônicos. A solução salina

agitada, amplamente utilizada, não atravessa a artéria pulmonar e os capilares; portanto, o aparecimento de contraste ecodenso no lado esquerdo do coração indica um desvio direto da direita para a esquerda, característico de cardiopatias congênitas cianóticas, como a tetralogia de Fallot e o *truncus arteriosus* (BONAGURA; BLISSITT, 1995).

Uma inovação recente e promissora é a ecocardiografia tridimensional em tempo real (3DE), que utiliza transdutores com matriz de amostragem completa para gerar conjuntos de dados volumétricos do coração. Essa técnica permite reconstruções espaciais precisas das estruturas anatômicas e aprimora a compreensão das relações tridimensionais entre septos, valvas e vasos. Em casos de defeito do septo ventricular, por exemplo, a 3DE possibilita a visualização direta e detalhada da comunicação interventricular e sua relação com outras estruturas cardíacas, proporcionando diagnósticos mais precisos (KEEN, 2017).

3. RELATO DE CASO

Uma potra da raça Árabe, com 40 dias de vida e peso corporal de 36 kg, foi admitida na Clínica de Equinos do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Minas Gerais, com histórico de diarreia persistente desde os 15 dias de idade. O animal foi gerado por técnica de transferência de embrião, utilizando-se uma égua receptora para a gestação.

De acordo com o histórico, a diarreia cessava temporariamente com o uso de antibióticos, mas recidivava em poucos dias. A potra apresentava comportamento apático e pouco interesse em mamar, além de diarreia profusa de coloração acinzentada. Também se observou porte e peso muito baixo para a idade. Ao exame físico, observou-se frequência cardíaca de 120 batimentos por minuto (BPM) e presença de sopro audível, melhor auscultado no hemitórax direito, em área correspondente à valva tricúspide, caracterizado como sistólico de grau 3/6. A frequência respiratória era de 40 movimentos por minuto, as mucosas orais estavam hiperêmicas, o tempo de preenchimento capilar (TPC) era de 3 segundos e os vasos episclerais encontravam-se ingurgitados. O pulso arterial era forte, e a auscultação abdominal indicava normomotilidade, com presença de gás e líquido em todos os quadrantes. A temperatura retal mensurada na admissão foi de 39,5 °C.

Os exames hematológicos revelaram anemia moderada, com hematócrito de 18% [referência normal para idade 29-41% (Harvey, 1990)]. A contagem leucocitária total foi de 4.700/ μ L, composta por 235 bastonetes, 1.410 neutrófilos segmentados e 2.914 linfócitos, com presença

de 20% de neutrófilos tóxicos e monócitos ativados, sugerindo ativação do sistema imune e resposta inflamatória significativa. A contagem plaquetária foi de 303.000/ μ L, compatível com trombocitose leve. A bioquímica sérica não apresentou alterações relevantes dignas de nota.

Foram instituídas medidas de suporte com fluidoterapia intravenosa utilizando solução de Ringer com lactato para reposição e manutenção (80mL/kg/dia), suplementada com glicose (4 mg/kg/min) e eletrólitos (cálcio e potássio). Foram administrados ainda anti-inflamatórios [flunixin meglumine, 1,1 mg/kg, uma vez ao dia (SID), intravenoso (IV)], antibióticos [ampicilina, 25 mg/kg, quatro vezes ao dia (QID), IV; amicacina, 25 mg/kg, SID, IV; e metronidazol, 20 mg/kg, três vezes ao dia (TID), IV], além de lactase [6.000 UI a cada 3 h, por via oral (VO)], sucralfato (20 mg/kg, TID, VO) e omeprazol (2 mg/kg, SID, IV).

No terceiro dia de internação, apesar do tratamento, a potra não apresentou melhora clínica. Mantinha-se apática, com diarreia persistente. Observou-se diminuição da temperatura corporal no membro pélvico esquerdo, associada à cianose da coroa do casco (Figuras 4 e 5), o que motivou a realização de termografia infravermelha para avaliação da perfusão periférica. O exame termográfico demonstrou redução significativa da temperatura nesse membro, evidenciando hipoperfusão periférica (Figura 6).



Figura 4. Coroa do casco do membro pélvico esquerdo com coloração arroxeada (cianótica), indicando hipoperfusão periférica (Fonte: Clínica de Equinos da UFMG, 2024).



Figura 5. Comparação entre os membros pélvicos: direito com coloração normal e esquerdo cianótico (Fonte: Clínica de Equinos da UFMG, 2024).

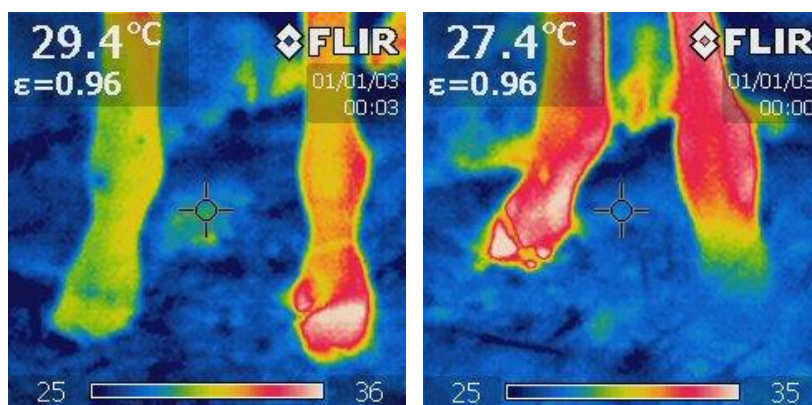


Figura 6. Termografia comparativa demonstrando redução da temperatura no membro pélvico esquerdo (Fonte: Clínica de Equinos da UFMG, 2024).

Diante dos achados sistêmicos e da ausculta cardíaca alterada, foi solicitado exame cardiológico completo, incluindo ECG e ECO.

Para o ECG, a paciente foi contida em estação, sem sedação. Utilizou-se o sistema base-ápice cardíaco com quatro eletrodos: o eletrodo esquerdo foi posicionado na região cranial próxima à articulação escápulo-umeral esquerda; o vermelho, na mesma região do lado direito; o verde, no lado esquerdo, caudal à axila (região do codilho); e o preto, em posição contralateral. O registro teve duração de 3 min (Figura 7), e a análise foi realizada com velocidade de 25 mm/s e sensibilidade de 10 mm/mV. As medições foram feitas manualmente na derivação DII, conforme descrito na Tabela 2.



Figura 7. Trecho de eletrocardiograma em derivação DII da paciente (velocidade de 25 mm/s, sensibilidade de 10 mm/mV) (Fonte: Clínica de Equinos da UFMG, 2024).

O traçado evidenciou ritmo regular, ou seja, sem presença de arritmias, no entanto, com frequência cardíaca elevada (~136 bpm), superior ao esperado para potros da idade, até 80 bpm (Speirs, 1997; WONG; WILKINS, 2024), caracterizando taquicardia sinusal. Quanto à morfologia das ondas, estas apresentaram-se normais e semelhantes entre elas e para cada onda P, havia um complexo QRS correspondente seguido de uma onda T. Como todas as ondas P estavam presentes, conclui-se que havia um ritmo de origem sinusal (2020).

Tabela 2. Valores obtidos das mensurações das ondas eletrocardiográficas (velocidade = 25 mm/s; sensibilidade = 10 mm/mV).

Parâmetro	Medida (mm)	Valor convertido	Interpretação
R-R	11	0,44 s	FC = 136 bpm
Onda P	3	0,12 s	Normal
Intervalo PR	4	0,16 s	Normal
Complexo QRS	2	0,08 s	Normal
Intervalo QT	6	0,24 s	Normal

Ao fazer as mensurações das ondas e complexos, os resultados foram convertidos em milímetros (mm) para segundos. Considerando que na análise a 25 mm/s, cada 1 mm possui 40 ms. Os resultados foram mostrados na Tabela 1 e todas as medidas encontram-se dentro do parâmetro de normalidade para potros.

Para o exame ecocardiográfico, a potra foi posicionada em decúbito lateral, utilizando-se transdutor setorial com frequência de 3,3 a 4,3 MHz. Foram realizadas imagens nos modos B, M e Doppler. O exame revelou comunicação interatrial (Figura 8), demonstrando fluxo sanguíneo da esquerda para direita (Figura 9) e sem outras alterações significativas. Não observou-se sobrecarga de ventrículo direito e nem evidências de hipertensão pulmonar.

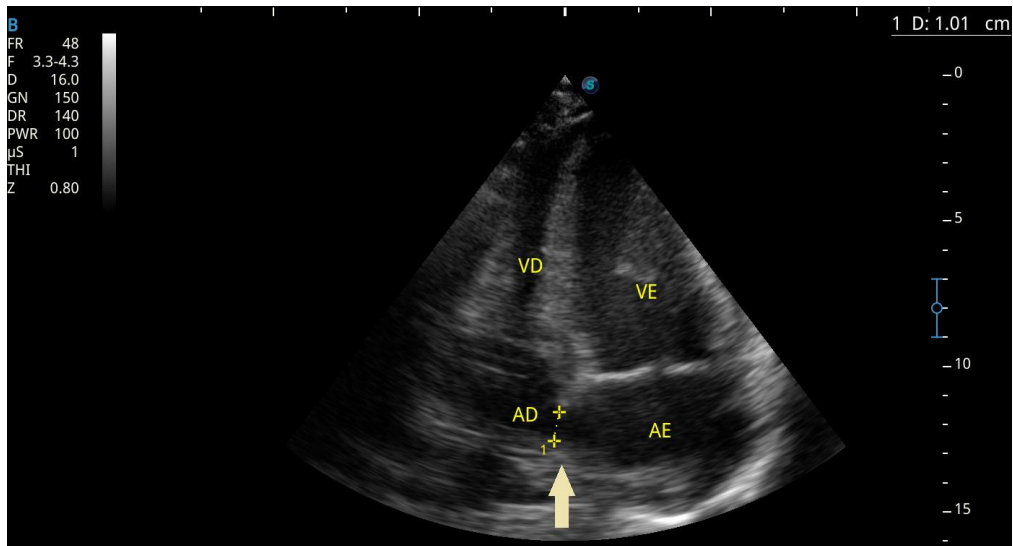


Figura 8. Imagem bidimensional na janela paraesternal esquerda no plano de corte apical quatro câmaras. Nota-se descontinuidade do septo interatrial (ponta da seta) em região medial medindo 1,01 cm. AE: átrio esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito (Fonte: Clínica de Equinos da UFMG, 2024).

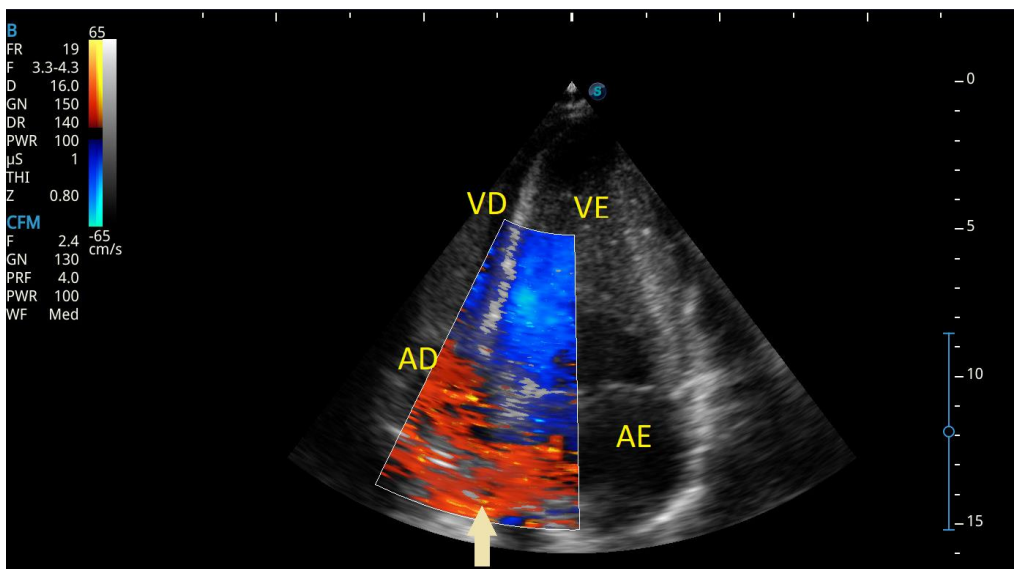


Figura 9. Imagem bidimensional na janela paraesternal esquerda no plano de corte apical quatro câmaras com doppler colorido demonstrando comunicação interatrial (ponta da seta). Mapeamento do fluxo em cores demonstrou shunt esquerda- direita (em vermelho). AE: átrio esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito (Fonte: Clínica de Equinos da UFMG, 2024).

Considerando as alterações multissistêmicas, a ausência de resposta ao tratamento e o prognóstico reservado associado a cardiopatias congênitas com repercussões sistêmicas, optou-se pela eutanásia humanitária. O procedimento foi realizado no quarto dia de internação, sob anestesia geral, seguido de administração intravenosa de cloreto de potássio.

Na necropsia, observou-se presença de cerca de 30 mL de líquido seroso e translúcido no saco pericárdico (hidropericárdio) e comunicação entre os átrios direito e esquerdo por meio de um óstio de aproximadamente 1,5 cm de diâmetro, compatível com comunicação interatrial do tipo persistência do forame oval (Figuras 10 e 11).

Achados em outros sistemas incluíram:

- Intestino delgado: enterite muco-catarral difusa acentuada associada à presença de nematóides compatíveis com pequenos estrôngilos;
- Linfonodo mesentérico: hiperplasia linfóide moderada;
- Pulmões: broncopneumonia piogranulomatosa multifocal moderada, congestão difusa acentuada e edema discreto;
- Fígado: congestão difusa discreta;
- Mucosas oral e ocular: palidez acentuada e leve icterícia;
- Rins: cisto congênito discreto.

Não foi identificado trombo em grandes vasos, não podendo confirmar essa hipótese como causa da cianose do membro pélvico esquerdo.

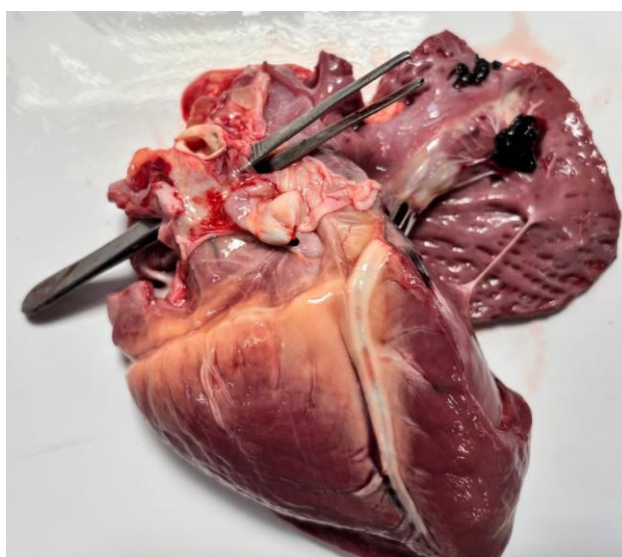


Figura 10. Imagem de necropsia evidenciando comunicação interatrial, demonstrando a abertura anômala entre átrio direito e átrio esquerdo (pinça). (Fonte: Setor de Patologia Veterinária da UFMG, 2024).

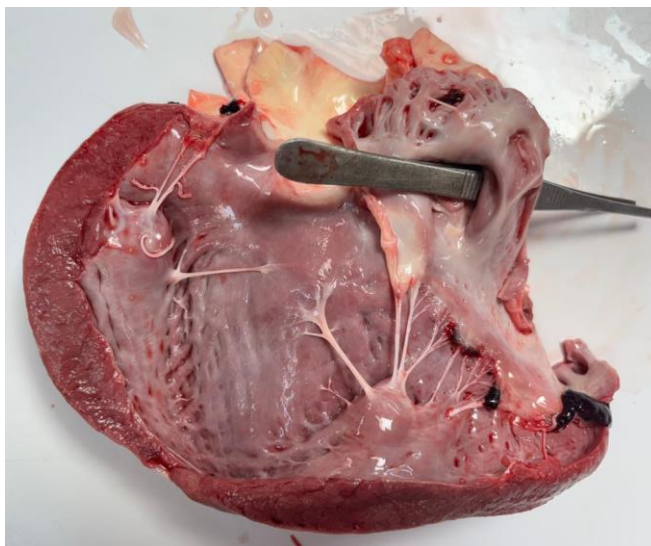


Figura 11. Comunicação interatrial localizada na fossa oval (pinça). (Fonte: Setor de Patologia Veterinária da UFMG, 2024).

4. DISCUSSÃO

O presente relato descreve o caso de uma potra Árabe de 40 dias de vida, com peso abaixo do ideal para a faixa etária e histórico de diarreia persistente associada à presença de sopro cardíaco sistólico, além de hipoperfusão periférica. A persistência da diarreia, com resposta apenas parcial ou temporária a antibióticos, sugeriu inicialmente uma condição gastrointestinal primária, sendo este o motivo do encaminhamento ao hospital. No entanto, a presença de sopro cardíaco e alterações hemodinâmicas justificou a investigação cardiovascular detalhada.

A suspeita de anomalia cardíaca foi reforçada pela raça da potra. A raça Árabe é amplamente reconhecida por uma possível predisposição genética a cardiopatias congênitas, sendo os indivíduos até 4,7 vezes mais propensos a apresentá-las (BROWN et al., 2024). A frequência cardíaca elevada e o sopro sistólico de grau 3/6 observados ao exame físico são compatíveis com repercussões de cardiopatias congênitas associadas à sepse, especialmente aquelas que cursam com sobrecarga do ventrículo direito (BONAGURA; BLISSITT, 1995). Segundo Brown et al. (2024), comunicações interatriais podem causar letargia, baixo desempenho e, em casos menos comuns, sobrecarga do ventrículo direito. Contudo, Hall, Magdesian e Kittleson (2010) ressaltam que a persistência do forame oval (FOP) frequentemente não possui relevância clínica, sendo um achado ecocardiográfico incidental.

A ecocardiografia transtorácica confirmou a presença de uma comunicação interatrial compatível com FOP. Tanto em potros prematuros quanto em potros a termo, uma porção do forame oval pode ser visualizada ecocardiograficamente como uma membrana móvel no interior do septo interatrial, projetando-se em direção ao átrio esquerdo (BONAGURA, 2019). Entretanto, não existem critérios ecocardiográficos padronizados publicados para a classificação fenotípica dos defeitos do septo atrial em equinos, o que impõe limitações à caracterização objetiva dessas anomalias. Assim, a descrição dos defeitos interatriais nessa espécie baseia-se predominantemente em sua localização anatômica (BROWN et al., 2024). No presente caso, diferentemente do descrito na literatura, não foi observada a presença de membrana móvel compatível com a válvula do forame oval, razão pela qual a caracterização ecocardiográfica do defeito fundamentou-se principalmente em sua localização na região da fossa oval, achado compatível com FOP.

Além disso, não houve evidências de sobrecarga de ventrículo direito ou hipertensão pulmonar, embora tenha sido detectado desvio de sangue da direita para a esquerda. Esse achado é compatível com relatos de que defeitos interatriais em potros podem ter repercussões hemodinâmicas variáveis, dependendo do tamanho da comunicação, do gradiente de pressão entre os átrios e da idade do animal (SCHWARZWALD, 2019). A ausência de sobrecarga de ventrículo direito contrasta com o que se esperaria em um shunt esquerda-direita hemodinamicamente significativo (BUERGELT, 2003), reforçando a noção de que a FOP isolada é frequentemente clinicamente irrelevante (BROWN et al., 2024).

De acordo com Marr e Bowen (2010), comunicações interatriais de pequena magnitude em potros geralmente não alteram de forma significativa a hemodinâmica, mantendo o débito cardíaco dentro da normalidade. Assim, o achado morfológico isolado da comunicação não é suficiente para prever o impacto funcional do defeito. No estudo de Redpath et al. (2020), por exemplo, a ecocardiografia tridimensional em tempo real permitiu caracterizar uma comunicação interatrial em um cavalo atleta de 11 anos; entretanto, embora o desempenho do animal estivesse comprometido, a relevância clínica direta do defeito não pôde ser completamente confirmada, demonstrando que mesmo defeitos de grande tamanho podem ter repercussão clínica variável.

De modo semelhante, no presente caso, apesar da confirmação anatômica de um FOP, não foram observadas repercussões sistêmicas compatíveis com insuficiência cardíaca ou sobrecarga volumétrica significativa. A ausência de sobrecarga ventricular reforça a

interpretação de que o FOP isolado não era a causa primária da deterioração sistêmica. Esses achados corroboram que defeitos isolados, de pequena a moderada magnitude, podem permanecer clinicamente silenciosos ou apresentar manifestações inespecíficas, cuja relação causal direta com o achado cardíaco é difícil de estabelecer (BROWN et al., 2024). A presença de fluxo direita–esquerda, entretanto, sugere um aumento transitório da pressão atrial direita, possivelmente relacionado à hipóxia, hipertensão pulmonar aguda ou sepse (SCHWARZWALD, 2019).

O eletrocardiograma revelou apenas taquicardia sinusal, alteração esperada em resposta ao aumento do tônus simpático ou diminuição do tônus parassimpático, frequentemente associada a febre, hipovolemia ou choque séptico (VERHEYEN et al., 2010b). Assim, o achado eletrocardiográfico reforça o caráter secundário da resposta cardiovascular às alterações sistêmicas.

A potra apresentava diarreia persistente e inapetência, fatores que contribuíram para a descompensação cardiovascular, desidratação e alteração da perfusão, potencializando o impacto de um defeito atrial não corrigido. A coexistência de distúrbios gastrointestinais e cardiopatias congênitas em neonatos equinos representa um desafio diagnóstico e terapêutico, visto que os sinais podem sobrepor-se ou agravar-se mutuamente (MARR; BOWEN, 2010).

O baixo escore corporal e o déficit de crescimento indicam possível má absorção intestinal crônica ou estado de caquexia. É difícil quantificar o impacto isolado do defeito atrial, considerando as alterações multissistêmicas, como a diarreia persistente e os achados de enterite e broncopneumonia piogranulomatosa na necropsia. Assim, embora o shunt interatrial pudesse contribuir para desbalanço do fluxo sistêmico e hipoperfusão periférica, o quadro séptico e o estado metabólico comprometido parecem ter sido determinantes para a falha no desenvolvimento e evolução desfavorável.

Os sinais clínicos — depressão, letargia, febre, mucosas congestas, taquicardia e taquipneia —, associados a achados hematológicos compatíveis, sustentam a suspeita de sepse, mesmo sem confirmação por hemocultura, a qual prediz diagnóstico definitivo para sepse (MACKENZIE, 2018). A ativação sistêmica da coagulação em contexto séptico pode culminar em coagulopatia consumptiva e coagulação intravascular disseminada (CID), resultando em hipoperfusão e oclusão microvascular (MACKENZIE, 2018). A diminuição abrupta da temperatura no membro pélvico, observada termograficamente, reforça um evento isquêmico focal. A ausência

de trombos em grandes vasos na necropsia indica uma etiologia atípica, possivelmente relacionada à trombose microvascular ou embolia paradoxal.

O estado séptico fornecia os componentes da Tríade de Virchow — estase sanguínea, lesão endotelial e hipercoagulabilidade — necessários para a formação de trombos (GUEVARA-ORTÍZ et al., 2022). Embora mais bem descrita em felinos com cardiopatias hipertróficas (PEREIRA et al., 2013), o tromboembolismo arterial secundária à cardiopatia também é um mecanismo plausível em equinos. No presente caso, a hipótese de embolia paradoxal é particularmente consistente: um trombo venoso poderia ter atravessado o forame oval patente e alcançado a circulação sistêmica, gerando isquemia periférica — fenômeno amplamente descrito em humanos com FOP (RIBEIRO et al., 2021; VILARINHO et al., 2023). Ainda que rara em equinos, tal condição não pode ser excluída, sobretudo em um animal séptico, com shunt direita–esquerda funcional.

Portanto, o FOP não representava a causa primária da doença, mas sim um fator anatômico predisponente que potencializou as manifestações de hipoperfusão periférica e a ocorrência de possível fenômeno embólico. A conduta adotada, baseada em suporte clínico intensivo, seguiu os protocolos recomendados para neonatos debilitados. Contudo, a rápida deterioração clínica e o surgimento de hipoperfusão aguda no membro pélvico, interpretados como possível complicação tromboembólica associada ao defeito interatrial, caracterizaram um quadro irreversível. Além disso, a presença de uma cardiopatia congênita, ainda que isoladamente pudesse ser clinicamente silenciosa, representava um impedimento para que a potra atingisse o desempenho atlético de alta performance, objetivo principal de sua criação. A evolução clínica desfavorável, associada à ausência de resposta terapêutica e ao comprometimento sistêmico progressivo, determinou prognóstico reservado a desfavorável e justificou a eutanásia humanitária. Os achados necroscópicos de FOP, enterite e broncopneumonia confirmaram o quadro multissistêmico subjacente.

Este caso reforça a importância da avaliação cardíaca detalhada em neonatos equinos com sinais sistêmicos persistentes e desproporcionais, mesmo quando há sintomas gastrointestinais predominantes. A integração entre exame físico, ausculta de sopros, eletrocardiografia e ecocardiografia transtorácica é essencial para a detecção de cardiopatias congênitas, permitindo estabelecer prognóstico e direcionar condutas clínicas mais precisas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu descrever e documentar um caso de defeito de septo atrial em uma potra Árabe, destacando a importância do diagnóstico precoce de cardiopatias congênitas em equinos. Ficou evidenciado que a avaliação clínica detalhada, aliada a exames complementares, é fundamental para a identificação de anomalias cardíacas, mesmo quando assintomáticas.

Além disso, este relato contribui para o conhecimento sobre a ocorrência e apresentação de defeitos de septo atrial em potros, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e registro de casos clínicos na medicina equina. Dessa forma, promove-se uma base sólida para futuros estudos, visando à prevenção, diagnóstico e manejo mais eficaz de cardiopatias congênitas em cavalos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONAGURA, J. D.; BLISSITT, K. J. Echocardiography. *Equine Veterinary Journal*. v. 27, Suppl. 19, p. 5–17, 1995.

BONAGURA, J. D. Overview of equine cardiac disease. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 35, n. 1, p. 1–22, 2019.

BROWN, C.; STEFANIUK-SZMUKIER, M.; DECLOEDT, A.; BEIJERINK, N.; HAMILTON, N. A.; VELIE, B. D. Congenital heart defects in Arabian horses and the prospects of genetic testing: a review. *Equine Veterinary Journal*, 2024.

BUERGELT, C. D. Equine cardiovascular pathology: an overview. *Animal Health Research Reviews*, v. 4, n. 2, p. 109–129, maio 2004.

DAO, C. N.; TOBIS, J. M. Patent foramen ovale and paradoxical embolism producing events other than stroke. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, Hoboken, v. 77, n. 6, p. 903–909, 2011.

FREGIN, G. F. Medical evaluation of the cardiovascular system. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 8, n. 2, p. 329–346, ago. 1992.

GITTENBERGER-DE GROOT, A. C.; BARTELINGS, M. M.; DERUITER, M. C.; et al. Basics of cardiac development for the understanding of congenital heart malformations. *Pediatric Research*, v. 57, n. 2, p. 169–176, 2005.

GUEVARA-ORTIZ, P. F.; RUBIO-ARIAS, P. G.; ZÚÑIGA-VELARDE, J. J.; FERNÁNDEZ-JARA, A. E. Reporte de caso: trombosis arterial en un perro Dálmata. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, v. 32, p. 1–7, ago. 2022.

HALLOWELL, G. D. ‘How to’ record a diagnostic ECG. In: *British Equine Veterinary Association Congress*, 47., 2008, Liverpool.

HALL, T. L.; MAGDESIAN, K. G.; KITTLESON, M. D. Congenital cardiac defects in neonatal foals: 18 cases (1992–2007). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 24, n. 1, p. 206–212, 2010.

HARVEY, J. W. Normal hematologic values. In: *Equine Clinical Neonatology*, A, M. Koterba, W.H. Drummond, P.C. Kosch (Eds.), Lea & Febiger, Philadelphia, PA, p.563, 1990.

HYTTEL, P.; SINOWATZ, F.; VEJLSTED, M. *Embriologia Veterinária*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

KEEN, J. Complex cardiac defects: a challenge for the clinician and cardiologist. *Equine Veterinary Education*, 2017. DOI: 10.1111/eve.12824.

- KEEN, J. A. Examination of Horses with Cardiac Disease. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 35, n. 1, p. 23–42, abr. 2019.
- MACKENZIE, A. F. Cardiovascular system. In: *Equine Internal Medicine*. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2018.
- MARR, C. M.; BOWEN, I. M. *Cardiology of the Horse*. 2. ed. Edinburgh & New York: Saunders/Elsevier, 2010.
- MENILLO, A. M.; ALAHMADI, M. H.; PEARSON-SHAVER, A. L. *Atrial septal defect*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535440/>.
- MITCHELL, K. J. Equine Electrocardiography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 35, n. 1, p. 65–83, abr. 2019.
- MITCHELL, K. J. *ECG Interpretation in Equine Practice*. 1. ed. Wallingford: CABI, 2020.
- PEREIRA, C. O.; COSTA, F. V. A.; VERAS, S. C. M.; et al. Tromboembolismo arterial e edema pulmonar em um gato com cardiomiopatia hipertrófica. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 13, n. supl., p. 11–12, 2013.
- REDPATH, A.; MARR, C.; BULLARD, C.; HALLOWELL, G. Tridimensional em tempo real (3D) caracterização ecocardiográfica de uma comunicação interatrial em um cavalo. *Veterinary Medicine and Science*, v. 6, p. 661–665, 2020.
- REED, S. M.; BAYLY, W. M.; SELTON, D. C. *Equine Internal Medicine*. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2018.
- REEF, V. B. Evaluation of the Equine Cardiovascular System. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 1, n. 2, p. 275–288, ago. 1985a.
- REEF, V. B. Cardiovascular Disease in the Equine Neonate. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 1, n. 1, p. 117–129, abr. 1985b.
- RIBEIRO, J. D.; ARAÚJO, M. B.; CASA, B. A.; CORREA, J. A. Oclusão arterial aguda consequente a embolia paradoxal – relato de caso e revisão de literatura. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 20, e20210074, 2021.
- ROJAS, C. A.; EL-SHERIEF, A.; MEDINA, H. M.; CHUNG, J. H.; CHOY, G.; GHOSHJRA, B. B.; ABBARA, S. Embryology and developmental defects of the interatrial septum. *American Journal of Roentgenology*, v. 195, n. 5, p. 1100–1104, 2010.
- SCANSEN, B. A. Equine Congenital Heart Disease. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 35, n. 1, p. 103–117, 2019.
- SPEIRS, V. C. *Clinical Examination of Horses*. 1. ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1997.

STAFFEN, R. N.; DAVIDSON, W. R. Jr. Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defects. *Echocardiography*, v. 10, n. 5, p. 545–552, 1993.

VAN LOON, G. Cardiac arrhythmias in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 35, n. 1, p. 85–102, abr. 2019.

VENSÃO, L.; DOS SANTOS, I. P. A importância da pesquisa de forame oval patente na investigação do acidente vascular cerebral isquêmico criptogênico. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 2, p. 7466–7485, 2023.

VERHEYEN, T.; DECLOEDT, A.; DE CLERCQ, D.; DEPREZ, P.; SYS, S.; VAN LOON, G. Electrocardiography in horses – part 1: how to make a good recording. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, v. 79, n. 5, p. 331–336, 2010a.

VERHEYEN, T.; DECLOEDT, A.; DE CLERCQ, D.; DEPREZ, P.; SYS, S.; VAN LOON, G. Electrocardiography in horses – part 2: how to read the equine ECG. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, v. 79, n. 5, p. 337–344, 2010b.

VILARINHO, A. B. V.; SILVA, D. B.; PERES, A. R. M.; BORGES DE SOUZA, R. L.; AMORELLI, C. E. S.; CAMPEDELLI, F. L.; ALVES, L. M.; OLIVEIRA, F. A. C. Tromboembolismo pulmonar associado com embolia paradoxal em um paciente com forame oval patente. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia – Imagem Cardiovascular*, v. 36, n. 1, p. e347, abr. 2023.

YONEZAWA, L. A.; BARBOSA, T. S.; KOHAYAGAWA, A. Equine electrocardiogram. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 13, n. 1, p. 84–93, 2014.