



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANA CAROLINA ZENCKEL ROMERO

**AVALIAÇÃO CARDÍACA EM GATOS COM DOENÇA DO
TRATO URINÁRIO INFERIOR OBSTRUTIVA**

ANA CAROLINA ZENCKEL ROMERO

**AVALIAÇÃO CARDÍACA EM GATOS COM DOENÇA DO
TRATO URINÁRIO INFERIOR OBSTRUTIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal na área de Sanidade Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Nelson Gava.

Londrina
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

R763a Romero, Ana Carolina Zenckel .
AVALIAÇÃO CARDÍACA EM GATOS COM DOENÇA DO TRATO URINÁRIO INFERIOR OBSTRUTIVA / Ana Carolina Zenckel Romero. - Londrina, 2025.
49 f.

Orientador: Fábio Nelson Gava.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Obstrução uretral - Tese. 2. CK-MB massa - Tese. 3. Creatinina - Tese. 4. Troponina I - Tese. I. Gava, Fábio Nelson . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 619

ANA CAROLINA ZENCKEL ROMERO

AVALIAÇÃO CARDÍACA EM GATOS COM DOENÇA DO TRATO URINÁRIO INFERIOR OBSTRUTIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal na área de Sanidade Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Fábio Nelson Gava
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Lídia Mitsuko Matsubara
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Patrícia Mendes Pereira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 26 fevereiro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e à espiritualidade por me concederem força e sabedoria para enfrentar os desafios desta jornada acadêmica.

Aos meus pais, pelo incentivo, apoio incondicional e por acreditarem em mim, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha irmã Amanda, que sempre me ajudou em tudo o que precisei, dedico este trabalho a nós.

Aos meus amigos Valzinha e Dodô, pela paciência e por toda ajuda. Suas contribuições foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho; vocês tornaram esses dois anos mais felizes e agradáveis.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio N. Gava, que compartilhou seus conhecimentos e experiências, enriquecendo minha trajetória acadêmica. Cada aprendizado adquirido ao longo desses anos será levado para toda a vida.

À instituição de ensino, UEL, e ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, por proporcionarem um ambiente de aprendizado e crescimento pessoal e profissional.

Ao professor Lucas, que me acompanha desde a residência, cuja orientação e conhecimentos foram extremamente valiosos. Você é do nosso time.

À professora Lídia, que sempre foi atenciosa e prestativa conosco.

À professora Patrícia, pela disponibilidade e contribuição.

A todos os animais que passaram pela minha vida e aos que ainda estão nela, especialmente aos meus gatos Misty, Noite, Príncipe, Mia, Sylvester, Ivie, Eva, Sombra, Missy, Letícia, Gisele, Vitório e Mila, com vocês aprendi o quão especial e maravilhosa essa espécie é.

Ao laboratório de cardiologia, por toda parceria e ajuda.

À CAPES, pela bolsa, que foi essencial para o desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero e profundo agradecimento.

Muito obrigada!

“O tempo gasto com gatos nunca é tempo perdido”

Sigmund Freud

..

ROMERO, Ana Carolina Zenckel. **Avaliação cardíaca em gatos com doença do trato urinário inferior obstrutiva** 2025. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

A doença do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF obstrutiva) é uma enfermidade frequente em gatos e pode causar distúrbios eletrolíticos e ácido-base, os quais podem afetar a atividade elétrica e estrutural do miocárdio. O objetivo desse trabalho foi avaliar níveis séricos de creatinina, ureia, CK-MB massa, troponina I, além de realizar hemogasometria venosa e eletrocardiograma para investigação de lesão miocárdica *in vivo* em felinos portadores de DTUIF obstrutiva, pré e pós 48 horas do procedimento de desobstrução uretral. Foram avaliados 10 felinos hígidos (GC) e 20 felinos obstruídos (GO), todos machos, com idade, raça e pesos variados. No GC, as amostras foram colhidas em um único momento, para comparação com o momento basal do GO, que foi avaliado no momento zero pré-procedimento (GO1) e 48 horas após o procedimento (GO2). Os resultados demonstraram que na comparação entre GC e GO1 houve diferença estatística entre as variáveis: creatinina ($p < 0,001$), ureia ($p 0,003$), potássio ($p < 0,001$), CK-MB ($p < 0,001$) e troponina I ($p < 0,001$). Já na comparação entre GO1 e GO2 demonstraram diferença estatística entre as variáveis: creatinina ($p < 0,001$), ureia ($p < 0,001$), potássio ($p < 0,001$), CK-MB ($p < 0,001$) e troponina I ($p 0,013$). Com os resultados obtidos no presente trabalho, concluímos que a presença de azotemia pós renal e o aumento dos níveis de potássio estão relacionados ao aumento dos níveis de CK-MB e troponina I em gatos obstruídos e que a miocardite deve ser considerada no atendimento desses pacientes.

Palavras-chave: Obstrução uretral; CK-MB massa; Creatinina; Troponina I; Felinos

ROMERO, Ana Carolina Zenckel. **Cardiac evaluation in cats with obstructive lower urinary tract disease**. 2025. 49 pp. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

Feline lower urinary tract disease (obstructive FLUTD) is a common disease in cats and can cause electrolyte and acid-base disturbances, which can affect the electrical and structural activity of the myocardium. The aim of this study was to evaluate serum levels of creatinine, urea, CK-MB mass, and troponin I, in addition to performing blood gas analysis and electrocardiogram to investigate in vivo myocardial injury in felines with obstructive FLUTD, pre- and 48 hours after the urethral unblocking procedure. Ten healthy felines (GC) and 20 obstructed felines (GO), all males, of varying age, breed, and weight, were evaluated. In the GC, samples were collected at a single time point for comparison with the baseline time point of the GO, which was evaluated at time zero before the procedure (GO1) and 48 hours after the procedure (GO2). The results demonstrated that in the comparison between GC and GO1 there was a statistical difference between the variables: creatinine ($p < 0.001$), urea ($p = 0.003$), potassium ($p < 0.001$), CK-MB ($p < 0.001$) and troponin I ($p < 0.001$). In the comparison between GO1 and GO2, there was a statistical difference between the variables: creatinine ($p < 0.001$), urea ($p < 0.001$), potassium ($p < 0.001$), CK-MB ($p < 0.001$) and troponin I ($p = 0.013$). With the results obtained in the present study, we conclude that the presence of postrenal azotemia and increased potassium levels are related to increased levels of CK-MB and troponin I in obstructed cats and that myocarditis should be considered when treating these patients.

Keywords: Urethral obstruction; CK-MB mass; Creatinine; Troponin I; Felines.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Creatinina, Ureia, Hemogasometria, CK-MB e Troponina I em felinos hígidos (GC) e felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1).....	38
Tabela 2 – Eletrocardiograma em felinos hígidos (GC) e felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1).....	39
Tabela 3 – Creatinina, Ureia, Hemogasometria, CK-MB e Troponina I em felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1) e felinos obstruídos pós-procedimento de desobstrução (GO2).....	40
Tabela 4 – Eletrocardiograma em felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1) e felinos obstruídos pós-procedimento de desobstrução (GO2).	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ânion Gap	Intervalo Aniônico
CIF	Cistite Intersticial Felina
CK	Creatina Quinase
CK-MB	Isoenzima MB da Creatina Quinase
Cl ⁻	Cloreto
CMH	Cardiomiopatia Hipertrófica
CTnI	Troponina I Cardíaca
CTnT	Troponina T Cardíaca
DTUIF	Doença do Trato Urinário Inferior dos Felinos
ECG	Eletrocardiograma
ELISA	Ensaio de Imunoabsorção Enzimática
FeLV	Vírus da Leucemia Felina
FIV	Vírus da Imunodeficiência Felina
HCO ³⁻	Bicarbonato
iCa ⁺⁺	Cálcio
K ⁺	Potássio
Na ⁺	Sódio
P (ms)	Duração de onda P
P (mV)	Amplitude de onda P
pCO ₂	Pressão Parcial de Gás Carbônico
pH	Potencial Hidrogeniônico
pO ₂	Pressão Parcial de Oxigênio
PR	Intervalo entre Onda P e Onda R
QRS (ms)	Duração de Complexo QRS
QT (ms)	Intervalo entre Onda Q e T
R (mV)	Amplitude de onda R
SID ³	Diferença entre Íons Fortes
ST	Segmento ST
T (mV)	Amplitude de Onda T
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	14
2.1	Doença do trato urinário inferior obstrutiva	14
2.2	Miocardite em Felinos.....	15
	2.2.1 <i>Miocardite Urêmica</i>	17
	2.2.2 <i>Biomarcadores Cardíacos</i>	18
2.3	Hemogasometria	21
2.4	Eletrocardiograma	23
3	REFERÊNCIAS	25
4	HIPÓTESE	29
5	OBJETIVOS	30
5.1	<i>Objetivo geral</i>	30
5.2	Objetivos específicos	30
6	ARTIGO – Avaliação cardíaca em gatos com doença do trato urinário inferior obstrutiva.....	31
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	ANEXO I – Aprovação CEUA	48
	ANEXO II – Normas para publicação.....	49

1 INTRODUÇÃO

A obstrução uretral em felinos é uma condição médica grave que exige intervenção imediata para evitar complicações como azotemia e lesão renal aguda (DIBARTOLA e WESTROPP 2015). Essa emergência médica, mais comum em machos devido ao seu canal uretral mais estreito e longo, pode ser desencadeada por diversos fatores, incluindo a cistite intersticial felina (CIF), formação de urólitos, tampões uretrais, inflamação, espasmos uretrais, traumas e neoplasias (LITTLE, 2015).

A miocardite, por sua vez, é caracterizada pela inflamação do miocárdio e requer tratamento para restabelecer a função cardiovascular e investigar a causa subjacente. As causas da miocardite em felinos são diversas, incluindo infecções virais, bacterianas, fúngicas e parasitárias, doenças autoimunes, toxinas, fármacos, traumas torácicos e distúrbios metabólicos (BRADY et al., 2013).

Os biomarcadores cardíacos estão sendo usados para auxiliar no diagnóstico, prognóstico e acompanhamento de doenças cardíacas em animais domésticos, incluindo os felinos. A CK-MB massa e a troponina I destacam-se por sua sensibilidade e especificidade na detecção de lesão miocárdica, sendo especialmente úteis em casos de doença cardíaca isquêmica, fármacos cardiotoxicos, trauma torácico e miocardite (SCHOBER, 2002; FREITAS et al., 2015). A elevação desses biomarcadores pode indicar lesão miocárdica antes mesmo do aparecimento de sinais clínicos evidentes, permitindo a intervenção precoce e o tratamento oportuno (SCHOBER, 2002).

A hemogasometria é um exame complementar de grande importância na medicina veterinária felina, fornecendo informações cruciais sobre estado metabólico, equilíbrio hidroeletrólítico, oxigenação e a ventilação do paciente, auxiliando no diagnóstico, prognóstico e tratamento de diversas condições clínicas (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

Em felinos com obstrução uretral, a hemogasometria é essencial para a avaliação da função renal e a identificação de hipercalemia, uma complicação grave que pode levar à parada cardíaca. A correção da hipercalemia é crucial para a estabilização do paciente e a prevenção de arritmias cardíacas (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

A hipercalemia, frequentemente decorrente da obstrução uretral em felinos, provoca uma série de alterações no organismo, incluindo mudanças significativas na condução elétrica do coração, que podem resultar em arritmias potencialmente fatais. Nesses casos, o eletrocardiograma desempenha um papel crucial, permitindo a detecção precoce dessas alterações cardíacas e orientando a intervenção terapêutica de forma eficaz e segura (HORTA, 2006).

As doenças do trato urinário e as doenças cardíacas em felinos representam desafios importantes para a medicina veterinária. A obstrução uretral, uma emergência médica potencialmente fatal, exige intervenção imediata para restaurar o fluxo urinário e prevenir complicações como azotemia e lesão renal aguda. A miocardite, por sua vez, requer tratamento para estabilizar a função cardiovascular e investigar a causa subjacente, visando a recuperação e a melhora da qualidade de vida do paciente.

Exames complementares como a hemogasometria, o eletrocardiograma e a mensuração de biomarcadores cardíacos como CK-MB massa e troponina I são essenciais na avaliação e manejo dessas condições, visto que a obstrução uretral pode ocasionar lesão cardíaca.

Este estudo teve como objetivos avaliar os parâmetros eletrocardiográficos e compará-los às alterações observadas na hemogasometria venosa em felinos com obstrução uretral, tanto antes quanto após o procedimento de desobstrução. Além disso, foi realizada a dosagem de biomarcadores cardíacos, como troponina I e CK-MB massa, com o intuito de investigar a ocorrência de lesão miocárdica secundária, caracterizada como lesão miocárdica induzida por doenças não cardíacas.

2 REVISÃO DE LITERATURA/ REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DOENÇA DO TRATO URINÁRIO INFERIOR OBSTRUTIVA

A doença do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF) é caracterizada por um grupo de sinais clínicos que estão associados a dificuldade de micção sem uma origem estabelecida. Os sinais clínicos comumente são: disúria, estrangúria, hematúria, polaquiúria, periúria e lambedura excessiva da região genital. A DTUIF pode se apresentar na forma obstrutiva ou não obstrutiva (LITTLE, 2015).

A DTUIF obstrutiva é caracterizada pela incapacidade de eliminação da urina seja ela completa ou incompleta, constitui em uma emergência médica que requer intervenção imediata e especializada. Essa condição acontece predominante em machos devido ao seu canal uretral mais estreitado e alongado, a qual pode ser desencadeada por diversos fatores, incluindo a cistite intersticial felina (CIF), formação de urólitos, tampões uretrais compostos por muco, proteínas e cristais, inflamação, espasmos uretrais, traumas e neoplasias (DIBARTOLA e WESTROPP 2015).

A obstrução do fluxo urinário acarreta uma série de consequências deletérias para o organismo felino. A retenção de urina na bexiga causa distensão e dores intensas, podendo evoluir para ruptura vesical em casos extremos. Simultaneamente, a incapacidade de eliminar as toxinas presentes na urina leva ao acúmulo de metabólitos nitrogenados no sangue, como ureia e creatinina, configurando um quadro de azotemia pós renal (BIRCHARD e SHERDING, 2005).

A azotemia, por sua vez, desencadeia um desequilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base, com consequências sistêmicas como vômito, anorexia, letargia, desidratação, arritmias cardíacas e até mesmo óbito. A hipercalemia, é uma complicação particularmente grave da obstrução uretral, podendo levar à parada cardíaca em poucas horas (DIBARTOLA, 2012).

O diagnóstico de DTUIF deve ser baseado nos sinais clínicos, histórico, exame físico e exames complementares como: hemograma, bioquímicos (especialmente dosagem sérica de ureia e creatinina), hemogasometria, urinálise, cultura antibiograma da urina, exames de imagens como: ultrassom e raio x (LITTLE, 2015).

Diante da gravidade do quadro, a intervenção imediata por um médico veterinário é crucial para a sobrevivência do animal. O tratamento emergencial visa a desobstrução da uretra e a restauração do fluxo urinário, geralmente por meio da cateterização uretral sob sedação ou anestesia (ETTINGER e FELDMAN, 2010).

Após a desobstrução, o paciente requer monitoramento intensivo e cuidados de suporte para corrigir os desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido-base, controlar a dor e prevenir infecções secundárias. A fluidoterapia intravenosa é essencial para reidratar o paciente, promover a diurese e auxiliar na eliminação das toxinas acumuladas (HOUSTUTLER et al., 2005).

A investigação da causa subjacente à obstrução uretral é fundamental para a prevenção de recidivas. Exames complementares como urinálise, cultura de urina, radiografia abdominal e ultrassonografia auxiliam na identificação de urólitos, infecções do trato urinário e outras anormalidades. O manejo dietético, com a utilização de alimentos específicos para a saúde do trato urinário, é frequentemente recomendado para prevenir a formação de novos cálculos e reduzir a recorrência da obstrução (LEKCHAROENSUK et al., 2001).

A obstrução uretral em felinos é uma condição complexa que exige uma abordagem abrangente e multidisciplinar. O prognóstico depende da gravidade da obstrução, da presença de complicações e da resposta do paciente ao tratamento. A intervenção precoce e o manejo adequado aumentam significativamente as chances de recuperação completa e minimizam o risco de sequelas a longo prazo (BRITO, 2015).

2.2 MIOCARDITE EM FELINOS

A miocardite é definida como a inflamação do músculo cardíaco (miocárdio), representa uma condição desafiadora que pode comprometer significativamente a função cardiovascular e a qualidade de vida desses animais. Embora menos comum que outras cardiomiopatias felinas, a miocardite exige atenção por sua potencial gravidade e a diversidade de agentes etiológicos envolvidos (FOX, 2010).

As causas de miocardite são multifatoriais, incluindo infecções virais, bacterianas, fúngicas e parasitárias, doenças autoimunes, toxinas, fármacos,

traumas torácicos, distúrbios metabólicos e idiopática (JANUS, 2014). Dentre os agentes infecciosos, o vírus da leucemia felina (FeLV), o vírus da imunodeficiência felina (FIV) e o protozoário *Toxoplasma gondii* destacam-se como importantes causas de miocardite nos felinos (SOUSA, 2016). Ernandes e colaboradores (2019) também relataram um caso de miocardite associada ao coronavírus felino.

A apresentação clínica da miocardite é variável, podendo manifestar-se de forma aguda ou crônica. Os sinais clínicos mais comuns incluem letargia, anorexia, perda de peso, fraqueza, dispneia, febre, arritmias cardíacas, sopros cardíacos. Em casos graves, a miocardite pode evoluir para insuficiência cardíaca congestiva e óbito (LAKHDIR et al., 2020).

O diagnóstico da miocardite baseia-se na combinação de histórico clínico, exame físico, exames complementares e, idealmente, histopatológico do miocárdio *postmortem* (BISHOP, 1973). A radiografia torácica pode revelar aumento do tamanho do coração (cardiomegalia) e congestão pulmonar (GUEDES et al., 2009). O eletrocardiograma (ECG) auxilia na identificação de arritmias e alterações na condução elétrica do coração. A ecocardiografia, por sua vez, permite avaliar a estrutura e a função cardíaca, detectando alterações como dilatação das câmaras cardíacas, diminuição da contratilidade miocárdica e efusão pericárdica (COHN e CÔTÉ, 2020).

A biópsia miocárdica, embora invasiva, é considerada o padrão-ouro para o diagnóstico definitivo *antemortem* da miocardite, permitindo a análise histopatológica do tecido cardíaco e a identificação do agente etiológico. No entanto, este procedimento nem sempre é realizado na rotina clínica devido ao seu custo e aos riscos associados (BRADY et al., 2013). Segundo Yilmaz e colaboradores (2010) na medicina humana, apenas 3% dos pacientes com suspeita de miocardite são encaminhados para a realização da biópsia.

Lakhdhir e colaboradores (2020) desenvolveram um método diagnóstico utilizado em humanos, que foi adaptado para a medicina veterinária, auxiliando no diagnóstico *antemortem* de miocardite, chamado Critérios de Duque Modificado. O estudo foi realizado apenas em cães, o que impossibilita seu uso em gatos.

O tratamento da miocardite visa controlar os sinais clínicos, estabilizar a função cardiovascular e, quando possível, tratar a causa subjacente. O repouso, a oxigenoterapia e a fluidoterapia são medidas de suporte importantes para pacientes

com insuficiência cardíaca congestiva. Medicamentos como diuréticos, bloqueadores de canais de cálcio e digitálicos podem ser utilizados para controlar a retenção de líquidos, reduzir a pressão arterial e melhorar a função cardíaca (KITTLESON e KIENLE, 2012).

Em casos de miocardite infecciosa, a terapia antimicrobiana específica é crucial para eliminar o agente etiológico. A escolha do antimicrobiano depende do agente infeccioso identificado ou suspeito, sendo guiada por testes laboratoriais como cultura e antibiograma. Em casos de miocardite autoimune, o uso de imunossupressores pode ser considerado (MURPHY e NAKAMURA, 2018).

O prognóstico da miocardite em felinos é variável, dependendo da causa subjacente, da gravidade da inflamação e da resposta ao tratamento. A intervenção precoce e o manejo adequado aumentam as chances de recuperação e melhoram a qualidade de vida do paciente. A prevenção de doenças infecciosas, por meio da vacinação e do controle de vetores, desempenha um papel importante na redução da incidência de miocardite (COHN e CÔTÉ, 2020)

2.2.1 Miocardite Urêmica

A patogênese da miocardite é multifatorial, envolvendo uma série de mecanismos interligados que contribuem para a lesão do miocárdio. A retenção de metabólitos nitrogenados no sangue, como ureia e creatinina, pode desencadear um estado inflamatório sistêmico, com liberação de citocinas pró-inflamatórias que danificam as células cardíacas (ELLIOTT et al., 2017). Além disso, a uremia promove o desequilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base, com consequências deletérias para a função cardíaca (KIRK e BONAGURA, 2006). A hipercalemia, ou aumento do potássio sanguíneo, é uma complicação particularmente grave, podendo levar a arritmias cardíacas e parada cardíaca (BRADY et al., 2013).

O tratamento da miocardite ocasionada por toxinas como a ureia, visa controlar os sinais clínicos, estabilizar a função cardiovascular e, principalmente, tratar a doença subjacente (MAGALHÃES, 2016). O manejo da insuficiência renal crônica inclui medidas como fluidoterapia, terapia nutricional, controle da pressão arterial e medicamentos específicos para reduzir a progressão da doença renal, reduzindo os metabólitos nitrogenados no sangue, como ureia e creatinina

(DIBARTOLA, 2012). Em casos de hipercalemia, o tratamento emergencial visa reduzir os níveis de potássio sanguíneo por meio de fluidoterapia, administração de gluconato de cálcio, insulina, diuréticos e, em casos graves, hemodiálise (DIBARTOLA, 2012).

Langhorn e colaboradores (2018) realizaram um estudo com 52 gatos, dos quais 19 apresentavam cardiomiopatia hipertrófica, 19 tinham alterações renais e 14 eram clinicamente saudáveis. O objetivo foi avaliar os níveis séricos de troponina I, os resultados indicaram que os grupos com comprometimento renal e cardíaco apresentaram concentrações significativamente elevadas de troponina I. O estudo concluiu que a elevação da troponina I em gatos com função renal comprometida pode estar associada à ocorrência de lesão miocárdica secundária.

2.2.2 BIOMARCADORES CARDÍACOS

A avaliação da saúde cardiovascular na medicina veterinária apresenta inúmeros desafios, e o uso de biomarcadores cardíacos tem ganhado destaque como ferramenta de auxílio para o diagnóstico, prognóstico e acompanhamento de doenças cardíacas em animais domésticos (OYAMA, 2015). Esses biomarcadores podem ser classificados em duas categorias principais: os marcadores de estresse miocárdico, que incluem os peptídeos natriuréticos dos tipos A e B, e os marcadores de lesão miocárdica, que englobam as troponinas cardíacas dos tipos I (cTnI) e T (cTnT), a creatina quinase (CK) MB e a lactato desidrogenase (CHOW et al., 2017).

Dentre os biomarcadores disponíveis, a CK-MB e a troponina I destacam-se por sua sensibilidade e especificidade na detecção de lesão miocárdica associadas à doença cardíaca isquêmica, fármacos cardiotoxicos, trauma torácico e miocardite (SCHÖBER, 2002; FREITAS et al., 2015).

A CK é uma enzima presente em diversos tecidos, incluindo músculo esquelético, músculo cardíaco e cérebro. A CK-MB é uma isoenzima da CK encontrada predominantemente no músculo cardíaco, que quando dosada determina a atividade da enzima. A CK-MB massa representa sua concentração, independentemente de sua atividade enzimática, o que aumenta a sua especificidade para lesão miocárdica, pois detecta enzimas ativas e inativas (AKTAS et al., 1993; OYAMA, 2015).

Já a troponina é um complexo proteico presente nas células musculares, incluindo as células do miocárdio. A cTnI é uma subunidade da troponina que se liga à actina e inibe a contração muscular e é liberada na corrente sanguínea após lesão miocárdica, sendo considerada um biomarcador altamente sensível e específico para a detecção de dano cardíaco (MURPHY e NAKAMURA, 2018).

A utilização da CK-MB massa e da troponina I em felinos apresenta diversas vantagens, incluindo:

- Diagnóstico precoce de doenças cardíacas: A elevação desses biomarcadores pode indicar lesão miocárdica antes mesmo do aparecimento de sinais clínicos evidentes, permitindo a intervenção precoce e o tratamento oportuno (OYAMA, 2015).
- Avaliação da gravidade da doença: A magnitude da elevação dos biomarcadores pode estar relacionada com a extensão da lesão miocárdica e auxiliar na estratificação do risco e na tomada de decisões terapêuticas (CHOW et al., 2017).
- Prognóstico: Níveis elevados de CK-MB massa e troponina I podem estar associados a um pior prognóstico em animais com doenças cardíacas, auxiliando no planejamento do tratamento a longo prazo (FREITAS et al., 2015).
- Monitoramento da resposta ao tratamento: A mensuração seriada dos biomarcadores pode auxiliar na avaliação da eficácia do tratamento e na detecção de recidivas ou progressão da doença (MURPHY e NAKAMURA, 2018).

A mensuração da CK-MB massa e da troponina I é realizada por meio de coleta de sangue. O sangue é geralmente coletado da veia jugular ou cefálica do animal. A amostra de sangue é então processada para obtenção do soro, que é utilizado para a realização dos testes (TERRI, 2008).

Os testes para CK-MB massa e troponina I são geralmente realizados em laboratórios humanos ou laboratórios veterinários especializados, utilizando métodos imunológicos como ELISA ou quimioluminescência. É importante que o laboratório utilize kits e equipamentos validados para uso na veterinária, a fim de garantir a precisão dos resultados (FREITAS et al., 2015).

A realização da CK-MB massa e da troponina I em felinos é particularmente importante em diversas situações, como:

- Suspeita de miocardite: A miocardite, inflamação do miocárdio, pode ser diagnosticada com auxílio desses biomarcadores, especialmente em casos com apresentação clínica inespecífica (MURPHY e NAKAMURA, 2018).
- Cardiomiopatia hipertrófica (CMH): A CMH é a cardiomiopatia mais comum em felinos. A elevação da CK-MB massa e da troponina I pode indicar a presença de lesão miocárdica e auxiliar no prognóstico da doença (RIBEIRO, 2003).
- Tromboembolismo arterial: A obstrução de vasos sanguíneos por coágulos pode causar lesão miocárdica e elevação dos biomarcadores (CHOW et al, 2017).
- Trauma torácico: Lesões no tórax podem resultar em dano cardíaco e liberação de biomarcadores na corrente sanguínea (COHN e CÔTÉ, 2020)

Monitoramento de pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos: A mensuração dos biomarcadores pode auxiliar na detecção de complicações cardíacas pós-operatórias (WILLARD e TVEDTEN, 2016).

Freitas e colaboradores (2015) realizaram um estudo com 60 cães, sem restrição de raça, sexo, porte ou peso, com idades entre 6 meses e 8 anos. Todos os animais eram saudáveis, sem alterações em exames laboratoriais ou cardiológicos. O objetivo do estudo foi estabelecer valores de referência para CK-MB massa e troponina I em cães, considerando que esses valores ainda não estão bem definidos na medicina veterinária. O intervalo de referência para troponina I foi de 0,050–0,098 ng/mL, e para CK-MB massa, de 0,618–1,264 ng/ml (FREITAS et al., 2015).

A utilização da CK-MB massa e da troponina I como biomarcadores cardíacos na veterinária representa um avanço significativo no diagnóstico e manejo de doenças cardíacas nesses animais. É fundamental que os médicos veterinários estejam familiarizados com a interpretação dos resultados desses testes, considerando o contexto clínico individual de cada paciente. A combinação dos biomarcadores com outros exames complementares, como eletrocardiograma e ecocardiografia, permite uma avaliação completa da saúde cardiovascular do felino e contribui para a tomada de decisões terapêuticas mais eficazes (KITTLESON e KIENLE, 2012).

2.3 HEMOGASOMETRIA

A hemogasometria é um exame complementar de grande importância na medicina veterinária, especialmente em felinos, que frequentemente apresentam quadros clínicos complexos e desafiadores. Esse exame permite a análise do sangue arterial, fornecendo informações cruciais sobre o equilíbrio ácido-base, a oxigenação e a ventilação do paciente. A partir da hemogasometria venosa, o médico veterinário pode avaliar a função renal, o estado metabólico e o equilíbrio hidroeletrólítico do animal, auxiliando no diagnóstico, prognóstico e tratamento de diversas condições clínicas (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

O exame consiste na coleta de uma pequena amostra de sangue arterial ou venoso, geralmente da artéria femoral ou veia jugular, então essa amostra é analisada em um equipamento específico, o hemogasômetro, que mede os seguintes parâmetros:

- pH: indica a acidez ou alcalinidade do sangue.
- Pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$): reflete a eficiência da ventilação pulmonar na eliminação do CO_2 .
- Pressão parcial de oxigênio ($p\text{O}_2$): avalia a oxigenação do sangue.
- Bicarbonato (HCO_3^-): componente do sistema tampão do organismo, que ajuda a regular o pH sanguíneo.
- Saturação de oxigênio ($s\text{O}_2$): indica a porcentagem de hemoglobina que está carregando oxigênio.
- Excesso de base (BE): avalia a quantidade de ácidos ou bases presentes no sangue em relação ao normal (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

A interpretação dos resultados da hemogasometria deve ser realizada em conjunto com a avaliação clínica do paciente, considerando o histórico, o exame físico e outros exames complementares. As alterações nos parâmetros da hemogasometria podem indicar diferentes distúrbios, como:

- Acidose: pH sanguíneo abaixo do normal, geralmente causada por excesso de ácidos ou perda de bicarbonato. Pode ser de origem respiratória (hipoventilação) ou metabólica (diabetes mellitus, insuficiência renal).

- Alcalose: pH sanguíneo acima do normal, geralmente causada por excesso de bases ou perda de ácidos. Pode ser de origem respiratória (hiperventilação) ou metabólica (vômito, hipocalemia).
- Hipoxemia: baixa concentração de oxigênio no sangue, geralmente causada por doenças respiratórias ou problemas cardíacos.
- Hipercapnia: alta concentração de dióxido de carbono no sangue, geralmente causada por hipoventilação (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

A hemogasometria é uma ferramenta fundamental no manejo de pacientes felinos em estado crítico, permitindo a avaliação da função respiratória e a identificação de hipoxemia e hipercapnia. Em casos de trauma, choque, edema pulmonar, pneumonia, asma felina e outras doenças respiratórias, a hemogasometria auxilia na tomada de decisões terapêuticas, como a necessidade de oxigenoterapia, ventilação mecânica e fluidoterapia (LARSEN e MAGGIORE, 2015).

Além das doenças respiratórias, a hemogasometria também é útil na avaliação de pacientes com distúrbios metabólicos, como diabetes mellitus, cetoacidose diabética e insuficiência renal. Nesses casos, o exame auxilia na identificação de acidose ou alcalose metabólica, permitindo a correção dos desequilíbrios eletrolíticos e ácido-base (WILLARD e TVEDTEN, 2016).

A hemogasometria também pode ser utilizada no monitoramento de pacientes felinos durante procedimentos anestésicos, auxiliando na manutenção da estabilidade hemodinâmica e na prevenção de complicações. Em cirurgias de longa duração, a hemogasometria permite a avaliação da oxigenação e da ventilação do paciente, garantindo a segurança do procedimento (MUIR et al., 2008).

Em felinos com obstrução uretral, a hemogasometria é essencial para a avaliação da função renal e a identificação de hipercalemia, uma complicação grave que pode levar à parada cardíaca. A correção da hipercalemia é crucial para a estabilização do paciente e a prevenção de arritmias cardíacas (BRITO, 2015).

2.4 ELETROCARDIOGRAMA

O eletrocardiograma (ECG) se consagra como um pilar na cardiologia veterinária, desempenhando um papel crucial na avaliação da saúde cardíaca (TILLEY, 1992). Através da análise da atividade elétrica do coração, o ECG oferece uma janela para o diagnóstico e manejo de uma variedade de condições cardíacas, desde arritmias sutis até doenças cardíacas complexas (SANTILLI et al., 2020).

A realização do ECG em felinos é um procedimento não invasivo e indolor, que envolve a disposição de eletrodos na pele do animal, geralmente nos membros e no tórax (SANTILLI et al., 2020). Esses eletrodos captam os impulsos elétricos gerados pelo coração, que são então amplificados e registrados em um gráfico, criando um retrato visual da atividade elétrica cardíaca (SANTILLI et al., 2020).

O traçado eletrocardiográfico é composto por ondas, complexos e intervalos distintos, cada um representando uma fase específica da atividade elétrica do coração. A onda P, por exemplo, reflete a despolarização atrial, enquanto o complexo QRS representa a despolarização ventricular. A análise desses componentes permite a identificação de padrões normais e anormais, auxiliando na detecção de arritmias, distúrbios de condução e outras alterações cardíacas (SANTILLI et al., 2020).

Em felinos, o ECG encontra aplicação em uma ampla gama de cenários clínicos. Ele é frequentemente utilizado como parte do exame físico de rotina, especialmente em animais mais velhos ou em raças predispostas a doenças cardíacas (KITTELESON e KIENLE, 2012).

Na suspeita de doença cardíaca, o ECG é uma ferramenta essencial para o diagnóstico (FOX, 2010). Alterações no ritmo cardíaco, na frequência cardíaca ou na morfologia das ondas podem indicar a presença de cardiomiopatias, doenças valvares ou outras condições cardíacas (KITTELESON e KIENLE, 2011). Além disso, o ECG é utilizado no monitoramento de pacientes com doenças cardíacas conhecidas, permitindo acompanhar a progressão da doença e avaliar a resposta ao tratamento.

O ECG também desempenha um papel importante na avaliação pré-anestésica de felinos, especialmente em animais com histórico de doença cardíaca ou em procedimentos de alto risco. A identificação de arritmias ou outras alterações

no ECG pode influenciar a escolha do protocolo anestésico e as medidas de monitoramento durante a anestesia (TILLEY, 1992).

Em pacientes felinos em estado crítico, o ECG é uma ferramenta indispensável para o monitoramento cardiovascular contínuo. Ele permite a detecção precoce de arritmias, distúrbios de condução e isquemia miocárdica, auxiliando na otimização do tratamento e na prevenção de complicações (KIRK e BONAGURA, 2006).

As vantagens do ECG são inúmeras. É um exame não invasivo, indolor e de rápida execução, podendo ser realizado em consultório veterinário com o mínimo de estresse para o paciente (KITTLESON e KIENLE, 2011).

Apesar de sua utilidade, é importante lembrar que o ECG deve ser interpretado em conjunto com a avaliação clínica completa do paciente, considerando o histórico, o exame físico e outros exames complementares (TILLEY, 1992). A combinação de informações de diferentes fontes permite uma avaliação mais precisa da saúde cardiovascular do felino e contribui para a tomada de decisões terapêuticas mais eficazes.

Assim sendo, o eletrocardiograma é uma ferramenta valiosa e versátil na prática cardiológica felina. Sua capacidade de fornecer informações detalhadas sobre a atividade elétrica do coração, aliada à sua facilidade de realização e baixo custo, o torna um exame complementar indispensável para o diagnóstico, prognóstico e tratamento de doenças cardíacas em gatos (KITTLESON e KIENLE, 2011).

3 REFERÊNCIAS

- AKTAS, M. et al. Creatine kinase in the dog: A review. **Veterinary Research Communications**, v. 17, n. 5, p. 353–369, set. 1993.
- ASSIS, G. et al. Avaliação dos níveis séricos de troponinas I em pacientes com doença renal crônica. **Revista Remecs**, v. 7, n. 12, p. 32–42, 30 jun. 2022.
- BIRCHARD, S. J.; SHERDING, R. G. **Saunders Manual of Small Animal Practice - E-Book**. [s.l.] Elsevier Health Sciences, 2005.
- BISHOP, S.P. **Effect of aortic stenosis on myocardial cell growth hyperplasia, and ultrastructure in neonatal dogs**. Recent Advances in Studies on Cardiac Structure and Metabolism, Baltimore, v. 3, p. 637–656, 1973.
- BRADY, C. A., OTTO, C. M., e MOISE, N. S. **Tratado de medicina interna veterinária** 8ª ed. Elsevier Saunders, 2013.
- BRITO, A. P. et al. **Doença renal crônica em cães e gatos**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v. 39, n. 3, p. 344-349, 2015.
- BOGDONOFF, I. C.; MAGALHÃES, F. S. **Manual prático de nefrologia e urologia de cães e gatos**. Editora MedVet, 2019.
- CANEI, D. H. et al., **Biochemical, electrolytic, and cardiovascular evaluations in cats with urethral obstruction**. Veterinary World, v. 1, p. 2002-2008, 2021.
- CHOW, S. L. et al. Role of Biomarkers for the Prevention, Assessment, and Management of Heart Failure: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, v. 135, n. 22, 2017.
- COHN, L. A.; CÔTÉ, E. **Côté's Clinical Veterinary Advisor. Dogs and cats**. 4ª ed. Elsevier, 2020.
- CUNHA M. G. M. C. M. **Solução de ringer lactato ou de cloreto de sódio a 0,9% em felinos com obstrução uretral aguda induzida experimentalmente: Dissertação de mestrado**. [s.l: s.n.]. Disponível em:<<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10029/MARINAGABRIELAMONTEIROMORIDACUNHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- DIBARTOLA, S. P. **Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice**. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier, 2012.
- DIBARTOLA S. P.; WESTROPP, J. L. **Medicina interna de pequenos animais**. 5ª ed. Elsevier Mosby, p. 715-722, 2015.

ELLIOTT, J. et al. **BSAVA manual of canine and feline nephrology and urology**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association, 2017.

ERNANDES, M. A. et al. Feline coronavirus-associated myocarditis in a domestic longhair cat. **JFMS Open Reports**, v. 5, n. 2, p. 2055116919879256, 2019.

ETTINGER, S. J., e FELDMAN, E. C. **Textbook of veterinary internal medicine** 7th ed. Elsevier Saunders. 2010.

FINCO, D. R. **Doença renal crônica em pequenos animais**. In Tratado de medicina interna veterinária 8ª ed. Elsevier Saunders. (2016).

FOX, P. R. **Canine and feline cardiology** 4th ed. Elsevier Saunders, 2010.

FREITAS, M. V. et al. **Creatinafosfoquinase-isoenzima MB massa (CK-MB massa) e troponina I (cTnI) em cães (Canis familiaris)**. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 369–376, set. 2015.

GUEDES, P. M.M. et al. Development of chronic cardiomyopathy in canine Chagas disease correlates with high IFN- γ , TNF- α , and low IL-10 production during the acute infection phase. **Veterinary immunology and immunopathology**, v. 130, n. 1-2, p.43-52, 2009.

HORTA, P. V. P. **Alterações clínicas, laboratoriais e eletrocardiográficas em gatos com obstrução uretral**. 2006. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, University of São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.10.2006.tde-25052007-134150. Acesso em: 2025-01-12

HOSTUTLER, R. A.; CHEW, D. J.; DIBARTOLA, S. P. Recent concepts in feline lower tract disease. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 35, n. 1, p.147-170, 2005.

JANUS, I. et al. Myocarditis in dogs: etiology, clinical and histopathological features (11 cases: 2007-2013). **Irish Veterinary Journal**, Dublin, v. 67, n. 28, p. 1–8, 2014.

KIRK, R. W.; BONAGURA, J. D. **Terapêutica veterinária de pequenos animais**. 13. ed. Editora Guanabara Koogan, 2006.

KITTLESON, M. D.; KIENLE, R. D. **Medicina cardiovascular de pequenos animais**. 2. ed. Editora Roca, 2012.

LAKHDHIR, S. et al. Clinical presentation, cardiovascular findings, etiology, and outcome of myocarditis in dogs: 64 cases with presumptive antemortem diagnosis (26 confirmed postmortem) and 137 cases with postmortem diagnosis only (2004–2017). **Journal of Veterinary Cardiology**, Phoenix, v. 30, p. 44–56, 2020.

LANGHORN, R. et al. Cardiac troponin I in cats with compromised renal

function. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 21, n. 10, p. 985–991, 10 dez. 2018.

LEKCHAROENSUK, C.; OSBORNE, C. A.; LULICH, J. P. **Epidemiologic study of risk factors for lower urinary tract diseases in cats**. Journal of the American Veterinary Medical Association, v. 218, n. 9, p. 1429–1435, 2001.

LITTLE, S. **O gato**. Rio de Janeiro: Grupo Gen - Editora Roca Ltda., p. 1391-1428, 2015.

MAGALHÃES, F. S. et al. **Avaliação da proteinúria em cães e gatos com doença renal crônica**. Ciência Rural, v. 46, n. 4, p. 708-713, 2016.

MUIR, W. W., HUBBELL, J. A. E., e SKARDA, R. T. **Manual de anestesia veterinária** (4ª ed.). Elsevier Mosby, p. 304-322, 2008.

MURPHY, Lisa A.; NAKAMURA, Reid K. **Myocarditis. Textbook of Small Animal Emergency Medicine**, p. 385-387, v. 1, 2018.

LARSEN, J. A.; MAGGIORE, A. D. **Medicina interna de pequenos animais**. 5ª ed. Elsevier Mosby, p. 901-918, 2015.

OYAMA, M. A. **Using Cardiac Biomarkers in Veterinary Practice**. Clinics in Laboratory Medicine, v. 35, n. 3, p. 555–566, 2015.

RIBEIRO, M. C. **Cardiologia veterinária**. Editora Guanabara Koogan, 2003.

SANTILLI, R. et al. **Eletrocardiografia de cães e gatos**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Medvet Ltda., p. 1-86. 2020.

SANTILLI, R. et al. **Eletrocardiografia de cães e gatos**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Medvet Ltda., p. 245-260. 2020.

SCHOBBER, K. E. et al. **Serum cardiac troponin I and cardiac troponin T**. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), v. 221, n. 3, p. 381–8, 2002.

SOUSA, N. C. et al. **Cardiomiopatia hipertrófica em felinos: revisão de literatura**. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2016.

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology**. 2ª ed. Blackwell Publishing, 2013.

TERRI, D. F. **Cardiac biomarkers: A blood test for heart disease?**. Proceeding of the LAVC–Latin American Veterinary Conference, Oct. 3-6, 2008, Lima, Peru. Anais, 2008

TILLEY, L.P. **Essential of canine and feline electrocardiography**. 3ª Ed. Philadelphia: Lea e Febiger: 1992.

WASHABAU, R. J., e DAY, M. J. **Canine and feline gastroenterology**. Elsevier Saunders, 2013.

WILLARD, M. D.; TVEDTEN, H. **Diagnóstico Clínico de Pequenos Animais por Métodos Laboratoriais**. 6ª ed. Elsevier, p. 559-593, 2016.

YILMAZ, A. et al. **Comparative evaluation of left and right ventricular endomyocardial biopsy: differences in complication rate and diagnostic performance**. Circulation, 122, 9, 900-909. 2010.

4 HIPÓTESE

O presente trabalho teve como hipóteses:

- A eletrocardiografia na emergência é um exame preditor de distúrbio eletrolítico na DTUIF obstrutiva.
- A uremia eleva níveis séricos de biomarcadores que indicam miocardite.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os parâmetros eletrocardiográficos de felinos portadores de DTUIF obstrutiva, correlacionando-os com as alterações encontradas na hemogasometria venosa e nos biomarcadores cardíacos para investigar a ocorrência de lesão miocárdica *in vivo*.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dosar biomarcadores de lesão miocárdica (troponina I e CK-MB massa) antes da desobstrução e 48 horas após o procedimento.
- Realizar hemogasometria venosa e avaliação da bioquímica sérica em gatos com obstrução uretral antes da desobstrução e 48 horas após o procedimento.
- Realizar eletrocardiografia computadorizada em gatos com obstrução uretral antes da desobstrução e 48 horas após o procedimento.
- Correlacionar os parâmetros eletrocardiográficos com os resultados da hemogasometria, ureia e creatinina.

6 ARTIGO – AVALIAÇÃO CARDÍACA EM GATOS COM DOENÇAS DO TRATO URINÁRIO INFERIOR OBSTRUTIVA

Artigo a ser submetido à revista: Research in Veterinary Science. As normas da revista estão disponíveis no Anexo II.

Avaliação cardíaca em gatos com doença do trato urinário inferior obstrutiva

Ana Carolina Zenckel Romero^a, Patrick Eugênio Luz^a, Fábio Nelson Gava^a, Anderson Gomes Do Nascimento^a; Karina Keller Flaiban^b; Danielle Venturini^c

^a Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil

^b Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil

^c Departamento de Patologia, Análises Clínicas e Toxicológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil

Autores correspondentes em: Departamento de Clínicas Veterinárias, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Departamento de Patologia, Análises Clínicas e Toxicológicas da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.

E-mail: ana.carolina.zenckel@uel.br (A.C.Z. Romero), eluz.vet@uel.br (P.E. Luz), gava@uel.br (F.N. Gava), anderson.gomes@uel.br (A.G. Nascimento), (K.K. Flaiban) kkflaiban@uel.br (D. Venturini) daniventurini@uel.br

Resumo

A doença do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF obstrutiva) é uma enfermidade frequente em gatos e pode causar distúrbios eletrolíticos e ácido-base, os quais podem afetar a atividade elétrica e estrutural do miocárdio. O objetivo desse trabalho foi avaliar níveis séricos de creatinina, ureia, CK-MB massa, troponina I, além de realizar hemogasometria venosa e eletrocardiograma para investigação de lesão miocárdica *in vivo* em felinos portadores de DTUIF obstrutiva, pré e pós 48 horas do procedimento de desobstrução uretral. Foram avaliados 10 felinos hígidos (GC) e 20 felinos obstruídos (GO), todos machos, com idade, raça e pesos variados. No GC, as amostras foram colhidas em um único momento, para comparação com o momento basal do GO, que foi avaliado no momento zero pré procedimento (GO1) e 48 horas após o procedimento (GO2). Os resultados demonstraram que na comparação entre GC e GO1 houve diferença estatística

entre as variáveis: creatinina ($p < 0,001$), ureia ($p = 0,003$), potássio ($p < 0,001$), CK-MB ($p < 0,001$) e troponina I ($p < 0,001$). Já na comparação entre GO1 e GO2 demonstraram diferença estatística entre as variáveis: creatinina ($p < 0,001$), ureia ($p < 0,001$), potássio ($p < 0,001$), CK-MB ($p < 0,001$) e troponina I ($p = 0,013$). Com os resultados obtidos no presente trabalho, concluímos que a presença de azotemia pós renal e o aumento dos níveis de potássio estão relacionados ao aumento dos níveis de CK-MB e troponina I em gatos obstruídos e que a miocardite deve ser considerada no atendimento desses pacientes.

Palavras-chave: Obstrução uretral; CK-MB massa; Creatinina; Troponina I; Felinos.

Cardiac evaluation in cats with obstructive lower urinary tract disease

Abstract

Feline lower urinary tract disease (obstructive FLUTD) is a common disease in cats and can cause electrolyte and acid-base disturbances, which can affect the electrical and structural activity of the myocardium. The aim of this study was to evaluate serum levels of creatinine, urea, CK-MB mass, and troponin I, in addition to performing blood gas analysis and electrocardiogram to investigate in vivo myocardial injury in felines with obstructive FLUTD, pre- and 48 hours after the urethral unblocking procedure. Ten healthy felines (GC) and 20 obstructed felines (GO), all males, of varying age, breed, and weight, were evaluated. In the GC, samples were collected at a single time point for comparison with the baseline time point of the GO, which was evaluated at time zero before the procedure (GO1) and 48 hours after the procedure (GO2). The results demonstrated that in the comparison between GC and GO1 there was a statistical difference between the variables: creatinine ($p < 0.001$), urea ($p = 0.003$), potassium ($p < 0.001$), CK-MB ($p < 0.001$) and troponin I ($p < 0.001$). In the comparison between GO1 and GO2, there was a statistical difference between the variables: creatinine ($p < 0.001$), urea ($p < 0.001$), potassium ($p < 0.001$), CK-MB ($p < 0.001$) and troponin I ($p = 0.013$). With the results obtained in the present study, we conclude that the presence of postrenal azotemia and increased potassium levels are related to increased levels of CK-MB and troponin I in obstructed cats and that myocarditis should be considered when treating these patients.

Key-words: Urethral obstruction; CK-MB mass; Creatinine; Troponin I; Felines.

1. Introdução

A obstrução uretral em felinos é uma condição médica grave que exige intervenção imediata para evitar complicações como azotemia e lesão renal aguda (DIBARTOLA e WESTROPP 2015). Essa emergência médica, mais comum em machos devido ao seu canal uretral mais estreito e longo, pode ser desencadeada por diversos fatores, incluindo a cistite intersticial felina (CIF), formação de urólitos, tampões uretrais, inflamação, espasmos uretrais, traumas e neoplasias (LITTLE, 2015).

A miocardite, por sua vez, é caracterizada pela inflamação do miocárdio e requer tratamento para estabilizar a função cardiovascular e investigar a causa subjacente. As causas da miocardite em felinos são diversas, incluindo infecções virais, bacterianas, fúngicas e parasitárias, doenças autoimunes, toxinas, drogas, traumas torácicos e distúrbios metabólicos (BRADY et al., 2013).

Os biomarcadores cardíacos estão sendo usados para auxiliar no diagnóstico, prognóstico e acompanhamento de doenças cardíacas em animais domésticos, incluindo os felinos. A CK-MB massa e a troponina I destacam-se por sua sensibilidade e especificidade na detecção de lesão miocárdica, sendo especialmente úteis em casos de doença cardíaca isquêmica, fármacos cardiotoxicos, trauma torácico e miocardite (SCHOBER, 2002; FREITAS et al., 2015). A elevação desses biomarcadores pode indicar lesão miocárdica antes mesmo do aparecimento de sinais clínicos evidentes, permitindo a intervenção precoce e o tratamento oportuno (SCHOBER, 2002).

A hemogasometria é um exame complementar de grande importância na medicina veterinária felina, fornecendo informações cruciais sobre estado metabólico, equilíbrio hidroeletrolítico, oxigenação e a ventilação do paciente, auxiliando no diagnóstico, prognóstico e tratamento de diversas condições clínicas (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

Em felinos com obstrução uretral, a hemogasometria é essencial para a avaliação da função renal e a identificação de hipercalemia, uma complicação grave que pode levar à parada cardíaca. A correção da hipercalemia é crucial para a estabilização do paciente e a prevenção de arritmias cardíacas (STOCKHAM e SCOTT, 2013).

A hipercalemia, frequentemente decorrente da obstrução uretral em felinos, provoca uma série de alterações no organismo, incluindo mudanças significativas na condução elétrica do coração, que podem resultar em arritmias potencialmente fatais. Nesses casos, o eletrocardiograma desempenha um papel crucial, permitindo a detecção precoce dessas alterações cardíacas e orientando a intervenção terapêutica de forma eficaz e segura (HORTA, 2006).

As doenças do trato urinário e as doenças cardíacas em felinos representam desafios importantes para a medicina veterinária. A obstrução uretral, uma emergência médica potencialmente fatal, exige intervenção imediata para restaurar o fluxo urinário e prevenir complicações como azotemia e lesão renal aguda. A miocardite, por sua vez, requer tratamento para estabilizar a função cardiovascular e investigar a causa subjacente, visando a recuperação e a melhora da qualidade de vida do paciente.

Ferramentas diagnósticas como a hemogasometria, o eletrocardiograma e a mensuração de biomarcadores cardíacos como CK-MB massa e troponina I são essenciais na avaliação e manejo dessas condições, visto que a obstrução uretral pode ocasionar lesão cardíaca.

Este estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros eletrocardiográficos e compará-los às alterações observadas na hemogasometria venosa em felinos com obstrução uretral, tanto antes quanto após o procedimento de desobstrução. Além disso, foi realizada a dosagem de biomarcadores cardíacos, como troponina I e CK-MB massa, com o intuito de investigar a ocorrência de lesão miocárdica secundária, caracterizada como lesão miocárdica induzida por doenças não cardíacas.

2. Materiais e métodos

Este é um estudo transversal, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UEL) sob o protocolo n° 026.2023 e o consentimento informado do proprietário foi obtido.

2.1 Animais

Foram avaliados 30 felinos, todos machos, com idades, raças e pesos

variados. Esses animais foram distribuídos em dois grupos: um grupo com 20 felinos oriundos do atendimento clínico do Hospital Veterinário da Universidade Estadual de Londrina, diagnosticados com obstrução uretral (GO), e um grupo controle (GC), constituído por 10 felinos hígidos.

O grupo obstruído foi avaliado em dois momentos: antes da desobstrução (GO1) e 48 horas após o procedimento de desobstrução (GO2). Em cada avaliação, foram realizados eletrocardiograma e coleta de sangue venoso para a dosagem sérica de creatinina, ureia, troponina I, CK-MB massa e hemogasometria. Os mesmos exames foram realizados no grupo controle, porém em um único momento.

2.2 Exames bioquímicos

Para a realização dos exames bioquímicos, foram colhidas amostras de sangue por meio de venopunção jugular, a partir das quais foram determinadas as concentrações plasmáticas de creatinina e ureia. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário. As concentrações plasmáticas de ureia e creatinina foram determinadas por meio do analisador bioquímico automatizado Dimension Xpand Plus (Siemens®).

2.3 Dosagem de troponina e CK-MB sérica

Para a realização das dosagens dos biomarcadores cardíacos, foram colhidas amostras por meio de venopunção jugular, acondicionadas em tubos secos e centrifugadas a 10.000 rpm na centrífuga CENTRIBIO 80-2B® por cinco minutos, para obtenção do soro, sendo este dividido em microtubos para posterior dosagem. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da UEL. As concentrações plasmáticas foram determinadas por meio do analisador bioquímico automatizado Dimension Xpand Plus (Siemens®).

2.4 Hemogasometria

Para a realização da hemogasometria, foram colhidas amostras de 1 ml em condição de anaerobiose por meio de venopunção jugular, utilizando seringa

heparinizada, para as determinações sanguíneas de pH, pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), bicarbonato (HCO_3^-), excesso de bases (BE ecf), sódio (Na^+), potássio (K^+), cloretos (Cl^-), glicose e lactato. As análises foram realizadas em gasômetro automatizado (RAPIDPoint® 500 - SIEMENS), também no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da UEL.

2.5 Eletrocardiografia

O exame eletrocardiográfico foi realizado logo após o atendimento clínico, antes de qualquer procedimento terapêutico, utilizando um eletrocardiógrafo computadorizado INcardio X (InPulse Animal Health®). O posicionamento padrão para a realização do exame foi o decúbito lateral direito, para obtenção dos traçados eletrocardiográficos das 6 derivações (I, II, III, aVR, aVL, aVF). Entre os eletrodos e a pele do animal foi utilizado álcool 70% para melhorar a condutividade elétrica. A duração do exame foi de 3 minutos, com gravação dos traçados para posterior interpretação, conforme descrito por Santilli et al. (2020).

2.6 Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e ao teste de homogeneidade de variâncias Levene. Para amostras independentes, dados paramétricos foram submetidos ao teste t de Student para amostras independentes e dados não paramétricos ao teste U de Mann-Whitney. Para amostras dependentes, os dados paramétricos foram submetidos ao teste t de Student e dados não paramétricos ao teste W de Wilcoxon. Foi considerado um $p < 0,05$ como significativo. Variáveis significativas foram submetidas ao teste de correlação. Dados paramétricos foram submetidos ao teste de correlação de Pearson e dados não paramétricos ao teste de correlação de Spearman, considerando o $p < 0,05$ como significativo.

3. Resultados

Foram avaliados 10 felinos hígdios (GC) e 20 felinos com obstrução uretral (GO), 30/30 (100%) eram machos e sem raça definida. O grupo obstruído foi avaliado em dois momentos: antes do procedimento de desobstrução (GO1) e 48

horas após o procedimento de desobstrução (GO2). Em cada avaliação, foram realizados eletrocardiograma e coleta de sangue para a dosagem sérica de creatinina, ureia, troponina I, CK-MB massa e hemogasometria venosa. Os mesmos exames foram realizados no grupo controle, porém em um único momento.

Na comparação entre GC e GO1 observou-se diferença estatística na variável creatina $p < 0,001$, ureia $p < 0,001$, bicarbonato $p 0,028$, BE (ecf) $p 0,016$, no sódio $p 0,015$, no potássio $p < 0,001$, no cloreto $p 0,025$, na glicose $p < 0,001$, no lactado $p 0,028$, na troponina $p < 0,001$ e no CK-MB massa $p < 0,001$. Demais variáveis não demonstraram diferença estatística. No GO1 observou-se aumento de níveis de creatinina, ureia, potássio, glicose, troponina I e CK-MB massa, e diminuição nos níveis de bicarbonato, BE, sódio, cloreto e lactato (Tabela 1.)

No GO1, 17/20 (80,95%) animais apresentaram azotemia, 11/20 (55%) animais apresentaram acidemia na hemogasometria, 11/20 (55%) apresentaram acidose metabólica, 3/20 (15%) apresentaram acidose respiratória, 1/20 (5%) apresentaram alcalose metabólica, 4/20 (20%) apresentaram alcalose respiratória e 1/20 (5%) apresentou acidose mista.

Tabela 1. Creatinina, Ureia, Hemogasometria, CK-MB e Troponina I em felinos hígidos (GC) e felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1).

Variáveis	Grupos		p – valor
	Controle	Obstruído	
Creatinina	1,60 (1,45 – 1,75)	7,70 (2,80 – 13,58)	<0,001*
Ureia	59 (56,50 – 65,50)	282 (111 – 359)	<0,001*
Ph	7,30 (7,27 – 7,34)	7,28 (7,21 – 7,34)	0,205
pCO ²	39,80 ± 8,39	44,28 ± 15,53	0,911
pO ²	40,20 (32 – 44,95)	43,60 (37,95 – 49,40)	0,193
HCO ³	16,40 (15,40 – 17,10)	14,30 (12,65 – 16,05)	0,028*
BE (ecf)	-10,60 (-11,65 – -9,80)	-13,30 (-16,20 – -11,40)	0,016*
NA ⁺	155 (154,10 – 157,40)	152,50 (150,10 – 155,60)	0,015*
K ⁺	3,14 (3,08 – 3,35)	4,66 (3,85 – 6,20)	<0,001*
iCa ⁺⁺	1,60 (1,40 – 1,75)	1,90 (1,30 – 3,50)	0,259
CL ⁻	121 (120 – 122)	115 (110 – 121)	0,025*
Ânion gap	21,70 (20,40 – 24,80)	24 (22,45 – 33,15)	0,041
Osmolaridade	315,41 ± 6,61	311,25 ± 7,70	0,107
Glicose	68 (66 – 73)	109 (78 – 149,50)	<0,001*
Lactato	1,84 (1,51 – 2,43)	1,50 (1,03 – 1,69)	0,028*
SID ³	38,50 (36,76 – 40,19)	41,11 (37,37 – 46,51)	0,111
Troponina I	0,011 (0,006 – 0,018)	0,688 (0,161 – 20347)	<0,001*
CK-MB	0,40 (0,20 – 0,70)	5,30 (2,60 – 9,00)	<0,001*

Abreviações: pH: potencial hidrogeniônico, pCO²: pressão parcial de gás carbônico, pO²: pressão

parcial de oxigênio, HCO_3^- : bicarbonato, Na^+ : sódio, K^+ : potássio, iCa^{++} : cálcio, Cl^- : cloreto, Ânion gap: intervalo aniônico, SID^3 : diferença entre íons fortes, CK-MB: isoenzima MB da creatina quinase.

Dentre os 20 animais incluídos no GO1, foi possível realizar a interpretação do traçado em 17 deles; o restante não teve o exame concluído devido à qualidade do traçado. Dos 17 avaliados, 1/17 (5,88%) apresentou ritmo sinoventricular, 16/17 (94,11%) apresentaram ritmo sinusal, 1/17 (5,88%) apresentou taquicardia sinusal, 1/17 (5,88%) apresentou bradicardia sinusal, 2/17 (11,76%) apresentaram bloqueio de ramo direito, 1/17 (5,88%) apresentou silêncio atrial, 6/17 (35,29%) apresentaram onda T maior que 25% da onda R, 3/17 (17,64%) apresentaram desvio de eixo à direita e 1/17 (5,88%) apresentaram desvio de eixo à esquerda. Ainda na comparação entre GC e GO1, na avaliação eletrocardiográfica observou-se diferença estatística no intervalo PR p 0,019 e no intervalo QT p 0,043 (Tabela 2).

Tabela 2. Eletrocardiograma em felinos hígidos (GC) e felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1).

Variáveis	Grupos		p – valor
	Controle	Obstruído	
FC (bpm)	189,73 $\pm$ 19,52	182,29 $\pm$ 26,67	0,381
P (ms)	34 (34 – 37)	36 (34 – 42)	0,527
PR (ms)	62 (59,50 – 71,00)	58,00 (52,00 – 62,00)	0,019*
QRS (ms)	52 (48 – 58)	52 (50 – 56)	1,000
QT (ms)	142 (107 – 165)	170 (156 – 194)	0,043*
P (mV)	0,10 $\pm$ 0,03	0,10 $\pm$ 0,05	0,977
R (mV)	0,26 (0,19 – 0,35)	0,27 (0,17 – 0,35)	0,821
ST	0,00 (-0,02 – 0,01)	0,01 (-0,03 – 0,02)	0,864
T (mV)	0,05 (-0,05 – 0,08)	0,05 (-0,04 – 0,12)	0,622
Eixo elétrico	70,92 (47,27 – 83,32)	52,00 (26,92 – 84,43)	0,433

Abreviações: FC: frequência cardíaca, P (ms): duração de onda P, PR: intervalo entre onda P e onda R, QRS (ms): duração de complexo QRS, QT (ms): intervalo entre onda Q e T, P (mV): amplitude de onda P, R (mV): amplitude de onda R, ST: segmento st, T (mV): amplitude de onda T.

Na comparação entre o GO1 e GO2 observou-se diferença estatística em diversas variáveis como creatina p <0,001, ureia p 0,003, $p\text{CO}_2$ p 0,038, $p\text{O}_2$ p 0,020, bicarbonato 0,011, BE (ecf) p 0,006, sódio p <0,001, potássio p <0,001, cloreto p 0,002, osmolaridade p 0,007, lactato p 0,045, troponina p 0,013 e CKMB massa <0,001. No GO2 observou-se aumento nos níveis de $p\text{CO}_2$, bicarbonato, BE, sódio, cloreto, osmolaridade e lactato, e diminuição nos níveis de creatinina, ureia, $p\text{O}_2$, potássio, troponina e CK-MB massa (Tabela 3).

No GO2, 6/18 (33,33%) animais apresentaram azotemia, 7/18 (38,88%)

animais apresentaram acidemia na hemogasometria, 10/18 (55,55%) apresentaram acidose metabólica, 5/18 (27,77%) apresentaram acidose respiratória, 1/18 (5,55%) apresentou alcalose respiratória e 2/18 (11,11%) apresentaram acidose mista.

Tabela 3. Creatinina, Ureia, Hemogasometria, CK-MB e Troponina I em felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1) e felinos obstruídos pós-procedimento de desobstrução (GO2).

Variáveis	Grupos		p – valor
	Pré desobstrução	Pós desobstrução	
Creatinina	7,70 (3,10 – 13,97)	1,45 (1,30 – 1,77)	<0,001*
Ureia	282 (111 – 359)	48,50 (41 – 63)	0,003*
Ph	7,24 ± 0,10	7,30 ± 0,05	0,085
pCO ²	31,39 ± 6,61	36,11 ± 5,18	0,038*
pO ²	44,86 ± 13,61	37,79 ± 3,66	0,020*
HCO ³	13,89 ± 2,81	17,32 ± 2,19	0,011*
BE (ecf)	-14,16 ± 4,07	-8,81 ± 3,19	0,006*
NA ⁺	151,24 ± 4,63	156,47 ± 2,41	<0,001*
K ⁺	5,23 ± 1,70	3,51 ± 0,42	<0,001*
iCa ⁺⁺	1,80 (1,32 – 3,42)	1,60 (1,50 – 2,42)	0,571
CL ⁻	114,56 ± 8,27	120,44 ± 3,71	0,002*
Ânion gap	28,72 ± 7,97	21,99 ± 2,91	0,002*
Osmolaridade	310,76 ± 8,05	317,76 ± 4,44	0,007*
Glicose	119 (71,25 – 153)	83,50 (70,50 – 93)	0,117
Lactato	1,46 ± 0,56	1,97 ± 0,68	0,045*
SID ³	41,27 (37,64 – 47,76)	40,14 (37,65 – 41,92)	0,083
Troponina I	0,688 (0,166 – 19553)	0,220 (0,114 – 0,483)	0,013*
CK-MB	5,40 (2,75 – 10,12)	0,80 (0,50 – 1,30)	<0,001*

Abreviações: pH: potencial hidrogeniônico, pCO²: pressão parcial de gás carbônico, pO²: pressão parcial de oxigênio, HCO³: bicarbonato, NA⁺: sódio, K⁺: potássio, iCa⁺⁺: cálcio, CL⁻: cloreto, Ânion gap: intervalo aniônico, SID³: diferença entre íons fortes, CK-MB: isoenzima MB da creatina quinase.

O GO2 foi constituído por 18 animais, pois 3 não permaneceram internados, impossibilitando a avaliação pós desobstrução. Dentre os 18 animais incluídos no GO2, foi possível realizar o laudo do eletrocardiograma em 16 deles; o restante não teve o exame concluído devido à qualidade do traçado. Dos 16 avaliados, 5/16 (31,25%) apresentaram taquicardia sinusal, 1/16 (6,25%) apresentou bradicardia sinusal, 16/16 (100%) apresentaram ritmo sinusal, 1/16 (6,25%) apresentou extrassístole ventricular prematura, 1/16 (6,25%) apresentou bloqueio de ramo direito, 5/16 (31,25%) apresentaram onda T maior que 25% da onda R, 1/16 (6,25%) apresentaram desvio de eixo á direita.

Ainda na comparação entre GO1 e GO2, na avaliação eletrocardiográfica não demonstrou nenhuma diferença estatística (Tabela 4.)

Tabela 4. Eletrocardiograma em felinos obstruídos pré-procedimento de desobstrução (GO1) e felinos obstruídos pós-procedimento de desobstrução (GO2).

Variáveis	Grupos		p – valor
	Pré desobstrução	Pós desobstrução	
FC (bpm)	182,29 ± 26,67	206,75 ± 34,60	0,076
P (ms)	36 (34 – 42,50)	38 (36 – 40)	0,906
PR (ms)	58 (53,50 – 62)	58 (56 – 66,50)	0,262
QRS (ms)	52 (50 – 56)	54 (48 – 56)	0,694
QT (ms)	170 (156 – 194)	154 (142 – 164)	0,140
P (mV)	0,10 (0,09 – 0,13)	0,11 (0,09 – 0,14)	0,367
R (mV)	0,27 (0,17 – 0,35)	0,40 (0,21 – 0,54)	0,108
ST	-0,004 ± 0,044	0,008 ± 0,030	0,605
T (mV)	-0,02 (-0,05 – 0,04)	-0,05 (-0,05 – 0,06)	0,624
Eixo elétrico	52 (26,92 – 84,43)	78,87 (71,65 – 96,51)	0,091

Abreviações: FC: frequência cardíaca, P (ms): duração de onda P, PR: intervalo entre onda P e onda R, QRS (ms): duração de complexo QRS, QT (ms): intervalo entre onda Q e T, P (mV): amplitude de onda P, R (mV): amplitude de onda R, ST: segmento st, T (mV): amplitude de onda T.

Dentre as correlações realizadas com o GC e o GO1, observaram-se correlações positivas entre as seguintes variáveis: troponina x creatinina (Rho 0,644; $p < 0,001$), troponina x potássio (Rho = 0,620; $p < 0,001$), CK-MB x creatinina (Rho = 0,659; $p < 0,001$) e CK-MB x potássio (Rho = 0,768; $p < 0,001$).

Também foram observadas correlações negativas entre as variáveis: CK-MB x sódio (Rho = -0,622; $p < 0,001$) e QT x sódio (R = -0,395; $p = 0,023$).

Por outro lado, não houve correlação entre as variáveis: QT x pH (R = -0,195; $p = 0,294$), QT x HCO₃ (Rho = -0,172; $p = 0,355$), QT x BE (Rho = -0,171; $p = 0,356$) e QT x potássio (Rho = 0,295; $p = 0,096$).

4. Discussão

Como visto no estudo de Canei e colaboradores (2021), todos os felinos avaliados eram machos, pois a maior incidência da doença ocorre nesse sexo devido ao diâmetro uretral.

Foi observado no estudo que, no GO1, os animais apresentaram diferença estatística nas variáveis creatinina e ureia em comparação com o GC, o que é comum nessa enfermidade devido à diminuição da taxa de filtração glomerular. Nesse grupo, 80,95% dos animais apresentaram azotemia, dado semelhante ao estudo de Horta (2006), que observou azotemia em cerca de 84,4% dos animais.

Outras variáveis significativas entre o GC e o GO1 foram encontradas, como bicarbonato, BE (ecf) e cloreto, que estavam diminuídos no GO1. Isso é

comum na enfermidade, levando à acidose metabólica, a qual ocorre devido a alterações no equilíbrio ácido-base causadas pela incapacidade dos rins de excretar adequadamente metabólitos ácidos e pela disfunção renal associada à obstrução (DIBARTOLA, 2012). Essa alteração foi observada em 55% dos animais desse grupo, resultado semelhante ao estudo de Canei e colaboradores (2021), que relataram acidose metabólica em 54,54% dos animais.

As variáveis sódio, glicose e lactato apresentaram diferença estatística, porém não apresentaram relevância clínica, visto que os valores da média/mediana se encontravam dentro da normalidade. Diferentemente do estudo de Canei e colaboradores (2021), que evidenciou aumento na glicose com correlação à creatinina e ao potássio, podendo ser utilizada para indicar a gravidade nos quadros de hipercalemia e azotemia. No estudo de Horta (2006) demonstrou aumento na glicose, mas sem nenhuma correlação com as variáveis creatinina e potássio.

Na avaliação eletrocardiográfica do GO1, foi observado ritmo sinoventricular em 5,88% dos animais, diferente do estudo de Horta (2006), que relatou o ritmo sinoventricular como o mais frequente, em 45,4%. Essa alteração ocorre devido à hipercalemia grave (8,5 a 10 mmol/L), que faz o potencial de repouso da membrana dos miócitos ficar menos negativa, permanecendo em despolarização constante e impossibilitando a geração de impulsos. Sendo assim, o nó sinusal comanda a ativação elétrica do coração, propagando-se pela junção atrioventricular (SANTILLI, 2020).

No entanto, o animal que apresentou o ritmo sinoventricular no presente estudo tinha 5,72 mmol/L de potássio sérico, semelhante ao paciente do estudo realizado por Horta (2006), que também apresentava ritmo sinoventricular com potássio sérico de 4,7 mmol/L, valor inferior ao descrito por Santilli (2020).

Outra alteração encontrada foi aumento de onda T, em 35,29% dos animais, o que pode se justificar devido hipoxia de miocárdio ou hipercalemia (SANTILLI, 2020).

Ainda na comparação de GC e GO1 observou-se diferença estatística no intervalo PR e intervalo QT, porém não apresentaram relevância clínica, visto que os valores da média/mediana se encontravam dentro da normalidade.

Foi observado que os animais apresentaram diferença estatística nas variáveis creatinina e ureia na comparação entre GO1 e GO2. No GO2, 33,33%

dos animais ainda apresentavam azotemia. Provavelmente, esses animais tinham azotemia inicial mais grave, visto que a melhora da azotemia pós-renal oriunda de obstrução uretral pode demorar até 72 horas. Outro fator que merece atenção é que alguns animais podem desenvolver lesão renal permanente, resultando em azotemia persistente por mais tempo (LITTLE, 2015).

Outras variáveis significativas entre o GO1 e o GO2 foram encontradas, como o BE (ecf) e o potássio, ambos diminuídos no GO2. O BE permaneceu baixo, pois a maioria dos animais apresentava acidose metabólica, cerca de 55,55%. Já o potássio diminuído pode ser justificado pela fluidoterapia realizada e pelo reestabelecimento do fluxo urinário (DIBARTOLA, 2012). A hipocalemia pós-desobstrução também foi observada em 70% dos animais no estudo realizado por Cunha (2008).

As variáveis sódio, cloreto, bicarbonato, pCO_2 e lactato apresentaram diferença estatística, porém não apresentaram relevância clínica, visto que os valores da média/mediana se encontravam dentro da normalidade.

Na avaliação eletrocardiográfica, foi observado que 31,25% dos animais apresentavam onda T maior que 25% da onda R; 6,25% apresentavam extrassístole ventricular prematura; e 6,25% apresentavam bloqueio de ramo direito. Esses achados podem ser justificados pelos desequilíbrios metabólicos e eletrolíticos associados à condição (SANTILLI, 2020).

Em ambas as comparações, entre GC e GO e entre GO1 e GO2, observou-se diferença estatística nas variáveis troponina e CK-MB massa. As dosagens desses biomarcadores não foram bem estabelecidas em pacientes com lesão renal. Um estudo em humanos mostrou que a dosagem de ambos os biomarcadores em pacientes com doença renal crônica pode apresentar valores elevados, independentemente da presença de injúria cardíaca (ASSIS et al., 2022).

No estudo realizado por Canei e colaboradores (2021) foram avaliados 16 felinos obstruídos em três momentos diferentes: pré-desobstrução (D1), 24 horas após a desobstrução (D2) e sete dias após a desobstrução (D3). O qual demonstrou que apenas um felino apresentou concentrações aumentadas de troponina I nos tempos D1, D2 e D7, com valores de 0,866 ng/mL, 0,688 ng/mL e 0,625 ng/mL, respectivamente, havendo uma correlação muito forte com a creatinina sérica.

No estudo realizado por Langhorn e colaboradores (2018) foi avaliado a

dosagem de troponina I em 52 gatos, sendo 19 gatos com cardiomiopatia hipertrófica, 19 gatos com alteração renal e 14 gatos saudáveis. As medianas de concentrações séricas de troponina I foram de 0,052 ng/mL para o grupo renal, 0,083 ng/mL para o grupo cardíaco e 0,012 ng/mL para o grupo controle. O grupo com alteração renal e o grupo com cardiomiopatia hipertrófica apresentaram concentrações significativamente maiores de troponina I, chegando à conclusão de que a troponina I cardíaca sérica elevada em gatos com função renal comprometida pode ocorrer sem evidência de doença cardíaca estrutural clinicamente relevante. No presente estudo, observaram-se correlações positivas entre troponina e creatinina, troponina e potássio, CK-MB e creatinina, e CK-MB e potássio corroborando o estudo de Langhorn e colaboradores (2018).

A despeito das dificuldades encontradas, a avaliação prévia à desobstrução foi desafiadora devido ao quadro clínico do animal, uma vez que, frequentemente, os pacientes são atendidos em quadros emergenciais, impossibilitando de realizar todos os procedimentos antes de qualquer intervenção médica.

Com o estudo realizado, concluiu-se que felinos com obstrução do trato urinário inferior podem apresentar lesão miocárdica secundária, ou seja, lesão miocárdica induzida por doença não cardíaca devido à azotemia pós-renal. Concluiu-se também que a eletrocardiografia não foi capaz de prever acidose metabólica em gatos com doença obstrutiva do trato urinário inferior.

Declaração de contribuição e créditos autorais

Ana Carolina Zenckel Romero: Escrita (revisão e edição), Administração do projeto, Metodologia, Investigação, Análise formal e Coleta de dados. **Anderson Gomes Do Nascimento:** Coleta de dados, Metodologia. **Patrick Eugênio Luz:** Metodologia. **Karina Keller Flaiban:** Metodologia. **Danielle Venturini:** Metodologia. **Fábio Nelson Gava:** Supervisão, Recursos, Metodologia, Aquisição de fundos, Coleta de dados e Contextualização.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina (UEL), à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UEL e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Agradecemos à equipe do Hospital Veterinário da UEL por encaminharem os pacientes ao Serviço de Cardiologia Veterinária da Universidade Estadual de Londrina.

Referências

- ASSIS, G. et al. Avaliação dos níveis séricos de troponinas I em pacientes com doença renal crônica. *Revista Remecs*, v. 7, n. 12, p. 32–42, 30 jun. 2022.
- BRADY, C. A., OTTO, C. M., e MOISE, N. S. *Tratado de medicina interna veterinária* 8ª ed. Elsevier Saunders, 2013.
- CANEI, D. H. et al., Biochemical, electrolytic, and cardiovascular evaluations in cats with urethral obstruction. *Veterinary World*, v. 1, p. 2002-2008, 2021.
- CUNHA M. G. M. C. M. Solução de ringer lactato ou de cloreto de sódio a 0,9% em felinos com obstrução uretral aguda induzida experimentalmente: Dissertação de mestrado. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10029/MARINAGABRIELAMONTEIROMORIDACUNHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- DIBARTOLA, S. P. *Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier, 2012.
- FREITAS, M. V. et al. Creatinafosfoquinase-isoenzima mb massa (CK-MB massa) e troponina I (cTnI) em cães (*Canis familiaris*). *Ciência Animal Brasileira*, v. 16, n. 3, p. 369–376, set. 2015.
- HORTA, P. V. P. Alterações clínicas, laboratoriais e eletrocardiográficas em gatos com obstrução uretral. 2006. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, University of São Paulo, São Paulo, 2006.
- LANGHORN, R. et al. Cardiac troponin I in cats with compromised renal

function. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 21, n. 10, p. 985–991, 10 dez. 2018.

LITTLE, S. O gato. Rio de Janeiro: Grupo Gen - Editora Roca Ltda., 2015.

SANTILLI, R. et al. Eletrocardiografia de cães e gatos. 2a Ed. São Paulo: Editora Medvet Ltda., 2020.

SCHOBBER, K. E. et al. Serum cardiac troponin I and cardiac troponin T. *Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)*, v. 221, n. 3, p. 381–8, 2002.

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. *Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology*. 2ª ed. Blackwell Publishing, 2013.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento realizado no presente estudo demonstrou que as alterações cardiovasculares ocorrem simultânea às alterações metabólicas decorrentes da obstrução uretral, evidenciando a possibilidade de lesão aguda do miocárdio ocasionada pela azotemia pós-renal. Concluimos também, que a eletrocardiografia não foi capaz de prever acidose metabólica em gatos com doença obstrutiva do trato urinário inferior.

ANEXOS

ANEXO A

Aprovação do estudo pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)



Universidade
Estadual de Londrina

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 078/2023

Londrina, 05 de julho de 2023.

Prezado(a) professor(a),

Certificamos que o projeto intitulado: **“Avaliação cardíaca em gatos com doença do trato urinário inferior obstrutiva”** protocolo CEUA nº **026.2023** sob a responsabilidade de **Fábio Nelson Gava** que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (CEUA/Uel) no dia **05/07/2023**.

Este projeto tem por avaliar os parâmetros eletrocardiográficos de felinos portadores de doença do trato urinário inferior dos felinos obstrutiva, correlacionando-os com as alterações encontradas na hemogasometria e nos biomarcadores cardíacos para investigação de lesão miocárdica *in vivo*. **Grau de invasividade: G12.**

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa científica
Vigência da autorização	01/08/2023 a 28/02/2025
Espécie/ linhagem/ raça	Gato/ <i>Felis catus</i>
Nº de animais	30
Peso/ Idade	variável
Sexo	Machos
Origem	Atendimento clínico do Hospital Veterinário da Universidade Estadual de Londrina
Amostras a serem coletadas	Sangue

Cumpre orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/Uel anteriormente à execução das modificações.

Em cumprimento às exigências do CONCEA, em até 30 dias da finalização do projeto de pesquisa ou extensão envolvendo o uso de animais (verificar período de vigência expresso neste ofício), é necessário encaminhar relatório da descrição de uso de animais para ceua@uel.br, conforme modelo disponível no site da CEUA: <http://www.uel.br/comites/ceua/pages/relatorio-de-projetos.php>.

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários. Sem mais para o momento, subscrevo-me, cordialmente,



Profª Drª Márcia Chiffim Perandini
Coordenadora da CEUA/Uel

Ilmo. Sr. Prof. Dr. Fábio Nelson Gava
Coordenador do Projeto

C/C para a Chefia do Departamento de Clínicas Veterinárias/CCA

C/C para a Direção de Centro de Ciências Agrárias/CCA

C/C para o Hospital Veterinário/CCA

ANEXO B

Normas para publicação

Form of papers

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.