

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
(UNESP) – CAMPUS DE BOTUCATU

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA (FMVZ)
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA

AVALIAÇÃO CLÍNICA E DAS COMORBIDADES DE GATOS
OBESOS ATENDIDOS NO HOSPITAL VETERINÁRIO DA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA -
UNESP, BOTUCATU.

FÚLVIA BUENO DE SOUZA

Botucatu, SP

Setembro/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
(UNESP) – CAMPUS DE BOTUCATU

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA (FMVZ)

DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA

AVALIAÇÃO CLÍNICA E DAS COMORBIDADES DE GATOS
OBESOS ATENDIDOS NO HOSPITAL VETERINÁRIO DA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA -
UNESP, BOTUCATU.

FÚLVIA BUENO DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Lúcia Gomes Lourenço

Botucatu, SP

Setembro/2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Souza, Fúlvia Bueno de.

Avaliação clínica e das comorbidades de gatos obesos atendidos no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Botucatu / Fúlvia Bueno de Souza. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Maria Lúcia Gomes Lourenço

Capes: 50501062

1. Obesidade. 2. Gato. 3. Coração - Exame. 3. Rins - Exame. 4. Saúde animal. 5. Comorbidade.

Palavras-chave: Avaliação cardíaca; Felino; Obesidade; Índice de resistividade renal.

Nome do autor: Fúlvia Bueno de Souza

TÍTULO: AVALIAÇÃO CLÍNICA E DAS COMORBIDADES DE GATOS OBESOS ATENDIDOS NO HOSPITAL VETERINÁRIO DA FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA (FMVZ) - UNESP, BOTUCATU.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Ass. Dr^a. Maria Lúcia Gomes Lourenço

Presidente e Orientadora

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu, SP

Prof^a. Ass. Dr^a. Alessandra Melchert

Membro Titular

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu, SP

Prof. Ass. Dr. Yudney Pereira da Motta

Membro Titular

Departamento de Clínica Médica de Pequenos Animais

Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE – Presidente Prudente, SP

Data da Defesa: 18 de setembro de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas que amo, que sempre me apoiaram, e que são meu pilar e exemplo para me tornar uma pessoa melhor de todas as maneiras.

Dedico também a todos os animais e pacientes, que pelo amor incondicional me tornam melhor sempre.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelo dom da minha vida, por todas as oportunidades e caminhos trilhados até aqui, e pelo caminho que segue após a finalização desta etapa.

Agradecer aos meus pais, Valquiria e Luiz, primeiramente pela minha criação, que eu jamais chegaria até aqui sem seus cuidados e ensinamentos, por todo o apoio desde sempre para que eu seguisse os meus sonhos.

Agradecer a minha irmã Luiza também por todo o apoio, toda companhia e toda paciência.

Agradecer a todos os residentes, ex - residentes e futuros residentes da Clínica Médica de Pequenos Animais por toda a ajuda durante o período de experimento e todo o apoio moral sempre.

Agradecer a todos os meus amigos sempre por todo apoio e paciência nessa fase.

Agradecer a toda minha família pelo apoio e por serem exemplos a serem seguidos para mim.

Agradecer pelos meus gatos (Lou e Pantufas) que refletem o meu amor, e me impulsionam sempre a me tornar uma profissional melhor por eles.

Agradecer a disponibilidade de todos os tutores de animais que se disponibilizaram a participar deste trabalho, e gatos que permitiram que chegássemos a esses resultados.

Agradecer as minhas queridas professoras e exemplos Malu e Alessandra, por toda paciência, todo apoio, todo suporte, dedicação, amor, e principalmente pela oportunidade da realização deste trabalho e orientação.

Agradecer aos professores Henrique e Tatiana da Clínica de Pequenos Animais também por todo o apoio e ajuda sempre que precisei.

Agradecer ao setor de Radiologia, especialmente a professora Jaqueline e as doutorandas Shayra e Alexandra pela possibilidade de colaboração neste trabalho.

Agradecer a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp de Botucatu pela oportunidade mais uma vez de agora concluir o programa de pós

graduação, e por todo o suporte oferecido sempre.

Agradecer a CAPES pelo apoio financeiro durante o período do mestrado.

Agradecer a todos que contribuíram direta e indiretamente por mais esta conquista.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. A) Mensuração do comprimento da parte inferior do membro pélvico, a partir do meio da patela para a ponta dorsal do calcâneo; (B) mensuração da circunferência da caixa torácica (HAWTHORNE e BUTTERWICK, 2000).....	19
---	----

ANEXOS

Anexo 1. Parâmetros para determinação do Escore de Condição Corporal (ECC) em gatos (vista dorsal e de perfil). Escala de 9 pontos (LAFLAMME, 1997)	107
Anexo 2. Questionário aplicado no momento da avaliação dos animais junto ao proprietário	110

TABELA DE ABREVIATURAS

AE	Diâmetro do átrio esquerdo
AE:AO	Relação átrio esquerdo/aorta
ALT	Alanina amino transferase
AO	Diâmetro da aorta
AST	Aspartato aminotransferase
Cm	Centímetros
DRC	Doença Renal Crônica
DVE _d	Diâmetro do ventrículo esquerdo na diástole
DVE _s	Diâmetro do ventrículo esquerdo na sístole
ECC	Escore de Condição Corporal
FA	Fosfatase alcalina
FS%	Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo
GGT	Gamaglutamil transpeptidase
HDL	Lipoproteínas de alta densidade
IMC	Índice de Massa Corporal
IR	Índice de Resistividade
Kg	Quilograma
LDL	Lipoproteínas de baixa densidade
Mm	Milímetros
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PLVE _d	Espessura da parede livre do ventrículo esquerdo na diástole
PLVE _s	Espessura da parede livre do ventrículo esquerdo na sístole
SM	Síndrome Metabólica
SIV _d	Septo interventricular na diástole
SIV _s	Septo interventricular na sístole
TAB	Tecido adiposo branco
TAM	Tecido adiposo marrom
VHS	<i>Vertebral Heart Size</i>
VLDL	Lipoproteínas de muito baixa densidade

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	02
CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA	03
1. INTRODUÇÃO	04
2. REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1 Obesidade em gatos	05
2.1.1 Etiologia e fatores de risco	07
2.1.2 Papel do tecido adiposo	12
2.1.3 Comorbidades relacionadas à obesidade	13
2.1.4 Alterações cardiovasculares	15
2.1.5 Distúrbios renais	17
2.2 Avaliação clínica dos gatos obesos	18
3. OBJETIVOS	21
3.1 Objetivos gerais	21
3.2 Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II – TRABALHO CIENTÍFICO	22
Seção 1. “Is Renal Resistive Index affected by obesity in cats?”	23
Seção 2. “Obesity in cats – An overview of the problem”	49
Seção 3. “Obesity effect on ecocardiography measures and VHS in cats”	68
CAPÍTULO III – DISCUSSÃO GERAL	91
CONCLUSÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS	97
ANEXOS	106
NORMAS DA REVISTA	113

SOUZA, F. B. **Avaliação clínica e das comorbidades de gatos obesos atendidos no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp, Botucatu.** Botucatu. 2017. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

RESUMO

A obesidade é frequente em gatos, está associada à comorbidades e reduz qualidade e expectativa de vida. O estudo objetivou avaliar características clínicas de gatos obesos atendidos no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, Botucatu. Foram avaliados 40 gatos alocados em dois grupos (n=20): Obeso e Controle. Foram determinados: resenha; anamnese; exame físico; pressão arterial sistólica; medidas antropométricas para avaliação do estado nutricional (peso corporal, índice de massa corporal- IMC e escore de condição corporal- ECC); exames laboratoriais (perfil lipídico, hepático e renal) e de imagem (radiografia torácica e ecocardiografia). Os resultados revelaram que dentre os obesos, machos, de meia idade, castrados foram mais acometidos, poucos tinham alimentação controlada em quantidade e frequência; a maioria fazia algum tipo de atividade física; e grande parte dos proprietários considerou a obesidade um risco à saúde do animal; mas menos da metade estaria disposta a realizar programa de perda de peso, sendo a principal dificuldade a mudança dietética. Foram observados aumentos significativos no grupo obeso, em relação ao peso corporal, ECC, IMC, pressão arterial (maior ocorrência de hipertensão no grupo obeso), além de influência do ganho de peso sobre as medidas radiográficas (VHS) e ecocardiográficas (átrio esquerdo, parede livre do ventrículo esquerdo em diástole e diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole), e nos valores de índice de resistividade renal. Pode-se então concluir que a obesidade em gatos leva a alterações significativas de parâmetros clínicos e exames complementares, devendo-se avaliar estes animais frequentemente, a fim de detectar as alterações precocemente.

Palavras-Chave: obesidade; felino; diagnóstico por imagem; avaliação cardíaca; análise laboratorial; índice de resistividade renal.

SOUZA, F. B. Clinical evaluation and comorbidities of obese cats treated at the Veterinary Hospital of the School of Veterinary Medicine and Animal Science - Unesp, Botucatu. Botucatu. 2017. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

ABSTRACT

Obesity is frequent in cats, and it is associated with comorbidities and reduces quality and life expectancy. The aim of this study was to evaluate clinical parameters of obese cats treated at the Veterinary Hospital of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, Unesp, Botucatu. Were evaluated 40 cats allocated in two groups (n = 20): Obese and Control. The following parameters were evaluated: review; anamnesis; physical exam; systolic blood pressure; anthropometric measures to assess nutritional status (body weight, body mass index - BMI and body condition score - BCS); laboratory (pipid, hepatic and renal profiles) and imaging tests (thoracic radiography and echocardiography). The results showed that among the obese, middle aged, neutered males were more affected, few of them had controlled feeding in quantity and frequency; and most of them did some kind of physical activity; and most owners considered obesity to be an animal health risk, but less than half would be willing to carry out weight loss program, the main difficulty being dietary change. Significant increases were observed in the obese group, in relation to body weight, BCS, BMI, blood pressure (higher occurrence of hypertension in the obese group), and influence of weight gain on radiographic (VHS) and echocardiographic measurements (left atrium, left ventricular free wall in diastole and left ventricle diameter in diastole), and in the values of renal resistivity index. It was concluded that obesity in cats leads to significant changes in clinical parameters and complementary tests, and these animals should be evaluated frequently in order to detect the changes early.

KEY WORDS: obesity; feline; diagnostic imaging; cardiac evaluation; laboratory analysis; renal resistivity index.

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é considerada a mais prevalente forma de má-nutrição em animais de companhia no ocidente (TOLL et al., 2010). Sendo uma das desordens nutricionais mais comuns em cães e gatos, e sua prevalência tem crescido nos países em desenvolvimento (CLARK; HOENIG, 2016). No entanto, é comum a doença não ser identificada em animais de companhia, em parte devido ao equívoco pelos proprietários em classificar o escore de condição corporal (ECC) ideal para o seu animal (BOMBERG et al, 2017).

A patologia é definida como o excesso de gordura suficiente para o desenvolvimento de doença (LAFLAMME, 2012). É uma doença crônica e progressiva que predispõe ao aumento da mortalidade. Pode trazer prejuízos e sobrecarga aos diversos sistemas do organismo e sua incidência aumentou nas duas últimas décadas, tanto no homem, quanto em animais, sendo considerada um problema epidemiológico grave (FÁVERO; NEGRI, 2008).

As causas da obesidade em animais de estimação, assim como no homem, são multifatoriais. Resulta de um descompasso positivo entre o consumo e o gasto de energia; tanto a ingestão excessiva ou a utilização inadequada de energia podem levar a um estado de balanço energético positivo (TOLL et al, 2010).

Gatos obesos apresentam maior probabilidade de desenvolver doenças, como diabetes mellitus, comprometimento reprodutivo, osteoartrites, nefropatias, lipidose hepática, entre outras (RAND; APPLETON, 2007). As consequências do excesso de peso sobre a saúde de animais são bastante citadas na literatura, mas pouco investigadas, principalmente na espécie felina (LAFLAMME, 2012). Estes fatos destacam a importância da realização de estudos que abordem as consequências clínicas da obesidade.

O método mais comum e aplicável na rotina clínica para diagnóstico de obesidade é a determinação do ECC. Uma escala de cinco ou nove pontos pode ser utilizada, contanto que seja utilizado sempre o mesmo sistema (LINDER; MUELLER, 2014). A avaliação do índice de massa corporal (IMC) é simples e de fácil utilização. Indica o número de quilos de peso por metro quadrado de superfície corporal. Sua importância na obesidade está na relação curvilínea com a mortalidade, ou seja, à medida que o IMC aumenta, aumenta

o risco para as doenças citadas (MCARDLE et al., 2003). Entretanto, o IMC ainda é pouco utilizado na rotina de atendimento clínico de gatos.

Ainda, a detecção de alterações orgânicas promovidas pela obesidade em gatos, tais como: hepatopatias; hipertensão; alterações do perfil lipídico, renais e cardíacas, permite a adoção de estratégias terapêuticas para correção das mesmas, promovendo, deste modo, redução na ocorrência das comorbidades relacionadas com a obesidade e melhora na qualidade de vida desses animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Obesidade em gatos

A obesidade é uma das doenças crônicas mais importantes em gatos na atualidade, correlacionando-se a diversas comorbidades e diminuição da expectativa de vida. Continua sendo uma condição de difícil reversão, uma vez que perdas de peso alcançadas são dificilmente mantidas. Os papéis dos veterinários e proprietários são extremamente importantes na sua prevenção, reconhecimento e tratamento quando diagnosticada (LARSEN; VILLAVERDE, 2016).

A doença se caracteriza por acúmulo excessivo de gordura corporal sendo considerada a desordem nutricional mais comum em animais de companhia (LAFLAMME, 2006). Caracteriza-se por condição multifatorial que precisa ser tratada como desordem nutricional complexa, que requer manejo adequado (LINDER; MUELLER, 2014). As teorias sobre as causas de obesidade incluem maior disponibilidade de alimento, baixo nível de atividades físicas e influência genética. Resultando, portanto de interações entre fatores ambientais e genéticos (RANDIN et al., 2009).

Já foi observado que animais saudáveis com livre acesso a uma dieta nutricionalmente adequada mantém seu peso corporal, com pouca mudança ao longo do tempo, resultado de um complexo mecanismo fisiológico. Na obesidade esse mecanismo se torna uma barreira aos tratamentos para redução de peso (BACKUS; WARA, 2016).

Assim como em humanos, a obesidade felina pode ser causada por balanço energético positivo. Está associada a importantes riscos à saúde do animal, portanto seu diagnóstico e manejo devem ser precoces. Cães e gatos

obesos têm menor longevidade e múltiplas desordens endócrinas (LAFLAMME, 2006).

O fato de o aumento do número de animais de estimação obesos se assemelhar com o aumento da obesidade infantil não deve causar espanto, uma vez que eles compartilham o mesmo ambiente e dependem de seus “pais” para os alimentar. Já há demonstração em estudos que revelam diferenças na relação dos proprietários com os animais de estimação obesos e dentro do peso ideal (BOMBERG et al., 2017).

A incidência da obesidade e sobrepeso em gatos, considerada baixa na década de 70, excede na atualidade os 20%, dependendo do sítio epidemiológico (DIEZ; NGUYEN, 2006), oscilando principalmente entre 15 e 35% (ZORAN, 2009). No Reino Unido, a avaliação de 136 animais revelou porcentagens de 48% de sobrepeso e 4% de obesidade (RUSSELL et al, 2000). No EUA, estima-se que 19 a 29% dos gatos adultos estejam em sobrepeso e 6 a 8% sejam obesos, segundo estudo envolvendo 8159 animais (LUND et al., 2005). Na França, um estudo avaliando 3227 gatos, a prevalência de sobrepeso foi de 19% e da obesidade de 7,8% (COLLIARD et al., 2009).

Estudos no Reino Unido, realizados com populações de gatos domésticos, mostraram resultados divergentes, com 118 animais foi encontrada uma porcentagem de 39% para obesidade ou sobrepeso (COURCIER et al, 2010), e posteriormente, que sobrepeso e obesidade apresentaram, respectivamente, prevalência de 9,7% e 1,8%, em 395 gatos (COURCIER et al, 2012). Foi constatado que 45,5% dos gatos de uma exposição (Holanda) estavam com sobrepeso e 4,5% eram obesos. Diferenças significativas entre as raças, em relação ao ECC, foram demonstradas, o que pode ser relacionado a cada padrão racial (CORBEE, 2014). A obesidade foi a terceira afecção no atendimento de gatos na Inglaterra nos últimos anos, o que correspondeu a 6,7% dos animais avaliados no estudo (O'NEILL et al., 2014).

No Japão, em 190 gatos, sobrepeso e obesidade corresponderam a 14% e 42%, respectivamente (MORI et al, 2016). No Brasil observou-se prevalência de 8% de sobrepeso e 6% de obesidade em população de 50 gatos em Alegre - ES (MENDES-JUNIOR et al, 2013), porém existem poucos estudos nacionais sobre o assunto.

A determinação do Escore de Condição Corporal (ECC) é muito importante em qualquer paciente atendido. Em animais obesos pode ser utilizado para diagnóstico e monitoração durante o programa de perda de peso. Apesar de ser subjetivo, é uma maneira quantitativa de estimar o excesso de gordura presente e determinar o peso ideal (LARSEN; VILLAVARDE, 2016).

Ainda, proprietários devem ser alertados do aumento de custos associados ao animal com sobrepeso, que incluem alimentação, cuidados veterinários, medicações e comorbidades associadas. Apesar dos gastos, pacientes obesos requerem consideração clínica especial (LINDER; MUELLER, 2014). Diferentemente da medicina, ainda faltam informações globais a respeito dos gastos com saúde com cães e gatos acima do peso (BOMBERG et al, 2017).

O reconhecimento e compreensão da obesidade, tanto por parte do veterinário como do proprietário, é um ponto crítico para a solução do problema. Para obter sucesso em um programa de perda de peso, o proprietário deve estar ciente de que serão necessárias mudanças em práticas e hábitos alimentares já aplicados há algum tempo. Para que essas mudanças ocorram, o entendimento dos benefícios para o animal e, principalmente, o reconhecimento da condição clínica pelo responsável são fundamentais (LARSEN; VILLAVARDE, 2016).

Um estudo recente mostrou que gatos os quais os veterinários não faziam nenhuma orientação sobre o peso estavam mais propensos à obesidade e sobrepeso dos que os que recebiam orientação durante a consulta; e também mostrou que eram poucos os veterinários que informavam os tutores sobre o assunto, mesmo os animais já estando acima do peso ideal. Além disso, havia falha da documentação destes achados na ficha clínica do animal. Mesmo que o animal não esteja acima do peso, é importante para o reconhecimento do ECC ideal e identificação caso este animal comece ganhar peso (ROWE et al, 2017).

2.1.1 Etiologia e fatores de risco

Diversos fatores podem predispor à obesidade em gatos, como genética, castração, menor atividade física, microbiota intestinal e dietas com alto teor energético. As pesquisas a respeito de suas causas e tratamento estão

inicialmente limitadas ao homem e roedores, com resultados extrapolados para cães e gatos (HAMPER, 2016).

A dieta desbalanceada e o sedentarismo estão entre as principais causas da obesidade, mas fatores genéticos e reprodutivos também estão envolvidos (GERMAN, 2006). A dieta é indiscutivelmente um fator determinante para obesidade, pois o excesso de energia ingerido é um determinante para a microbiota intestinal, que a partir de sua modificação culmina em maior absorção de carboidratos e lipídeos (HAMPER, 2016).

A formulação das dietas também deve ser levada em consideração. Palatabilidade, densidade energética e instruções contidas nos rótulos dos alimentos podem contribuir para consumo exagerado pelos animais. As empresas procuram produzir alimentos altamente palatáveis, os quais os animais aceitem bem e comam rapidamente, o que enfatiza ao consumidor que os animais gostam do produto escolhido. No entanto, esses produtos possuem alta densidade energética, pois são ricos em gordura, contribuindo para o ganho de peso (LARSEN; VILLAYERDE, 2016).

A decisão de se alimentar ou não deriva da atividade de um complexo circuito cerebral, que recebe sinais de um grande número de ativadores influenciados por aprendizado anterior, experiência e condições do ambiente (BACKUS; WARA, 2016). Os gatos limitam sua ingestão de alimento para seus requerimentos energéticos. Entretanto, alguns animais perdem esta habilidade de regulação, apresentando o quadro de “resistência à leptina”. Este é um estado no qual gatos obesos comem demais e ganham peso, a despeito de altos níveis de leptina, hormônio da saciedade (RAND; APPLETON, 2007).

Rações terapêuticas são altamente palatáveis, então os gatos acabam consumindo mais calorias, o que contribui para o ganho de peso (LEVINE et al., 2016). Alimentar em quantidades ilimitadas (*ad libitum*), com comidas de alta palatabilidade e energia, pode encorajar o consumo exagerado, principalmente se houver predisposição genética. O uso excessivo de petiscos ou associar a alimentação como um tipo de interação entre o proprietário e o animal pode aumentar o nível de energia ingerido (TOLL et al., 2010). Não menos importante, a extensão e influência que o *marketing* das companhias de alimento tem na veterinária ainda permanece praticamente sem estudos (BOMBERG et al, 2017).

Além disso, alguns proprietários acreditam que a restrição alimentar irá causar sofrimento aos seus animais, preferindo que os animais sejam “felizes” mesmo estando acima do peso e com menor sobrevida (LARSEN; VILLAYERDE, 2016). Um estudo realizado com um grupo de gatos filhotes, que recebeu alimentação *ad libitum*, concluiu que sua taxa de crescimento superior foi altamente relacionada ao sobrepeso quando adultos (SERISIER et al, 2013).

Sobrepeso ou obesidade com aproximadamente um ano de idade também foram fatores avaliados em outro estudo, que mostrou correlação da idade com a obesidade/sobrepeso em gatos, além de tutores que acreditavam que um gato com escore de condição corporal 7 (escala de 1 a 9) estava com o peso ideal. Também foram detectados tutores que reconheciam que o gato estava com sobrepeso, mas aquela não era uma condição que os preocupava, além disso, recompensavam esses animais com pestiscos (ROWE et al, 2017).

A subestimação do ECC do animal pelo proprietário de felinos foi um fator de risco altamente associado à obesidade (COLLIARD et al., 2009). Este fato impacta na decisão de submeter o animal a um programa de perda de peso, e retarda o diagnóstico da doença em sua fase inicial. Ainda, a subestimação pode ser um mecanismo de defesa de negação do proprietário, ao perceber uma acusação de que fez algo de mal para o animal, quando informado dos riscos à saúde e efeitos adversos da obesidade (LARSEN; VILLAYERDE, 2016).

Além disso, no estudo conduzido por ROWE et al. (2017), 41,2% dos donos de gatos, apesar de reconhecerem um quadro de obesidade, alegaram que não se preocupariam se fosse o seu animal. Este fato sugere uma falta de preocupação, que pode estar contribuindo para a prevalência do problema. Se os proprietários não acreditarem que o acúmulo de gordura é prejudicial à saúde, eles podem não tomar medidas para redução de peso (ROWE et al, 2017).

Ainda, estudos demonstraram que gatos obesos tendem a ter um estilo de vida sedentário e inativo, com oferta de comida à vontade, sendo importante destacar que a obesidade geralmente está associada a proprietários que "humanizam" seu animal de estimação (VAN DE VELDE et al., 2013). KIENZLE; BERGLER (2006) observaram que o manejo difere entre

proprietários de gatos com peso adequado e com sobrepeso, incluindo a maior frequência do hábito de observar os gatos enquanto eles se alimentam e oferecer petiscos como recompensa.

O humor do proprietário também pode afetar na obesidade em animais de companhia, como por exemplo pessoas com sintomas de depressão que podem tratar os cães e gatos com mais petiscos como forma de recompensa, o que dá uma sensação positiva a pessoa, além disso pode haver redução nas oportunidades de realizar exercícios e gastar energia para os animais (BOMBERG et al, 2017).

A diminuição da atividade física e/ou redução do dispêndio de energia no gato são fatores importantes para o desenvolvimento da obesidade. Então, devem-se considerar os componentes individuais que podem impactar no nível de atividade física e gasto energético (BACKUS; WARA, 2016).

Os gatos que vivem em apartamentos, que não tem escadas para subir e descer, e não tem como andar mais do que alguns poucos metros, não gastam tanta energia e estão mais predispostos à obesidade. Assim como gatos solitários, que não tem outro gato para brincar ou lutar, portanto se tornam menos ativos do que gatos que convivem com outros animais (LEVINE et al, 2016). TENG et al. (2017) observaram que gatos com acesso ao meio externo apresentaram 20% menos chances de desenvolverem sobrepeso.

O confinamento desses animais no interior das casas também pode ser problemático, principalmente em locais com vários gatos, porque estes são, por natureza, caçadores solitários e preferem sua alimentação em diversas pequenas porções. No entanto quando estão agrupados e sendo alimentados em determinado horário mais conveniente para seu proprietário, o que pode causar estresse significativo e desencadear comportamentos alimentares anormais, como comer em excesso (BOMBERG et al, 2017).

Raça, sexo, idade e fatores genéticos contribuem para desenvolvimento da patologia (LAFLAMME, 2006), bem como inatividade física, repouso prolongado e confinamento. A castração também resulta em ganho de peso (RAND; APPLETON, 2007; BACKUS; WARA, 2016). Estudos mencionam que o sexo representa fator de risco para a obesidade; neles os machos apresentam um ECC maior que as fêmeas (COLLIARD et al., 2009; COURCIER et al., 2010; CORBEE, 2014).

Os proprietários normalmente são culpados pela obesidade de seu animal, assumindo-se sua habilidade de controle sobre a alimentação e gasto energético. Mas também pouco se sabe sobre predisposição genética à obesidade em animais, e mais estudos são necessários para que se possa mudar a visão sobre os proprietários de animais obesos, assim como a implementação de terapias mais efetivas (BOMBERG et al, 2017).

Animais de meia idade a velhos são os mais predispostos, sendo o intervalo de maior prevalência entre 5 a 10 anos (LUND et al., 2005). A definição de meia idade também varia entre os diversos estudos. Nos gatos avaliados por TENG et al. (2017), também eram mais susceptíveis ao sobrepeso os gatos de meia idade, e neste estudo a variação considerada foi de 7 a menos de 11 anos. Mas o período prévio a um ano de idade parece ser uma época de suscetibilidade a diversos fatores que afetam o balanço energético e contribuem para o risco de obesidade (ROWE et al, 2017).

RAND; APPLETON (2007) descreveram que animais de raça pura, como Siameses e Abyssínios, são mais predispostos a obesidade quando comparados aos mestiços. Já COLLIARD et al. (2009) demonstraram que os gatos de raças puras são menos predispostos, e o mesmo resultado foi apresentado por TENG et al. (2017), ressaltando-se que gatos sem raça definida tendem a ter maior ECC, e, dentre os gatos de raça, apenas os British Shorthair que mostrou uma maior probabilidade para sobrepeso.

A administração crônica de corticosteroides e progestágenos também está relacionada à obesidade, pois os fármacos induzem à polifagia, o que resulta em ganho de peso.

Além disso, a falta de periodicidade de visitas ao veterinário de um animal jovem e saudável, especialmente na espécie felina, podem contribuir para um aumento progressivo do peso não identificado (BOMBERG et al, 2017).

Em contra partida, existem estudos que avaliam o paradoxo da obesidade, já estudado também em humanos. Pode ser que em animais obesos sua maior reserva de massa corporal contribua para evitar o desenvolvimento de caquexia durante os períodos de privação alimentar e doença (como por exemplo, falência cardíaca), o que melhoraria a sobrevivência desses animais (WEETH, 2016; CHANDLER, 2016).

2.1.2 Papel do tecido adiposo

A energia que um alimento promove ao animal é principalmente contida nos seguintes nutrientes: proteína, gordura e carboidrato. A gordura aparenta ser o mais correlacionado ao ganho de peso indesejado, pois sua capacidade de armazenamento é muito maior. Além disso, há fatores que favorecem essa reserva, como o efeito do cortisol no estresse crônico, que aumenta o número de adipócitos e leva ao aumento da gordura corporal (BACKUS; WARA, 2016).

O tecido adiposo é dividido em dois tipos: tecido adiposo branco (TAB) e marrom (TAM) (RANDIN et al, 2009). O TAB é a principal forma de armazenamento do excesso de energia fornecido através da dieta (HAMPER, 2016). Além de depósito de energia, o TAB é reconhecido como órgão endócrino. Libera adipocinas, que regulam o metabolismo energético, funções cardiovascular, reprodutiva e imune (RANDIN et al., 2009). Elas são substâncias biologicamente ativas produzidas no tecido adiposo, que irão agir via autócrina, parácrina ou endócrina (HAMPER, 2016).

Dentre as mais estudadas, estão a leptina e componentes do sistema renina angiotensina aldosterona (SRAA), cuja produção ou liberação irregular ocorre em obesos. No entanto, existem poucos estudos em animais domésticos (RANDIN et al., 2009).

As adipocinas possuem efeitos locais e sistêmicos e contribuem para a fisiopatologia da obesidade (RANDIN et al., 2009). Em obesos há alteração da capacidade do TAB em regular as funções endócrinas e tamponar o excesso de lipídeos. Ocorre ainda resistência à insulina, relacionada ao estado pró-inflamatório crônico (AMENGUAL-CLADERA et al., 2012).

A leptina é a adipocina melhor caracterizada em animais domésticos. Os adipócitos são seus principais sítios de síntese (RANDIN et al., 2009). Suas principais funções incluem a regulação energética e do apetite (WYNNE et al., 2005). Na obesidade, as respostas fisiológicas à leptina são diminuídas no hipotálamo e em outros órgãos, e as células alvo começam a ficar resistentes às suas ações. A resistência à leptina e a diminuição da energia metabólica corporal culminam em ganho de peso (OSTO et al., 2013). Hiperleptinemia é correlacionada positivamente à resistência insulínica (APPLETON et al., 2002) e massa gorda (BJORNVAD et al., 2014).

2.1.3 Comorbidades relacionadas à obesidade

Apesar dos proprietários não se preocuparem com o estigma social da obesidade, estar acima do peso ideal se associa a condições clínicas e subclínicas que põem a saúde do animal em risco. Estes podem achar difícil associar a obesidade atual com a repercussão de doenças futuras; portanto, os veterinários devem enfatizar os efeitos desta condição na qualidade de vida do animal. Sem a presença de estudos clínicos prospectivos randomizados, muitas informações na Medicina Veterinária apenas fazem associação entre a obesidade e determinadas doenças, mas não como causa direta (LINDER; MUELLER, 2014).

Existem dois mecanismos principais através dos quais o TAB pode predispor à doença: o depósito de gordura em excesso pode ter efeitos mecânicos e físicos que exacerbam a doença ortopédica, comprimem as vias aéreas superiores e reduzem a dissipação de calor; já a perturbação da função endócrina normal do TAB pode desencadear ou exacerbar diversos processos patológicos (GERMAN et al., 2010).

As consequências da obesidade sobre a saúde de animais de companhia são bastante citadas na literatura, mas pouco investigadas. Predis põe a alterações cardiovasculares e respiratórias, diabetes mellitus, hipertensão, lesões osteoarticulares, lipidose hepática, imunossupressão, distúrbios reprodutivos, complicações anestésicas e cirúrgicas, dislipidemia, incontinência e cálculos urinários, além de dificultar a realização de técnicas exploratórias, como auscultação, palpação e radiografias (TOLL et al, 2010; LUND et al, 2005; WEETH, 2016).

Distúrbios metabólicos como resistência insulínica, obesidade visceral, dislipidemias e hipertensão arterial, denominados síndrome metabólica (SM), são frequentes (AMENGUAL-CLADERA et al., 2012). Assim como em humanos, a obesidade em gatos está associada a alterações endócrinas, sendo a resistência insulínica a mais reconhecida e estudada. Ela culmina no aumento do risco de desenvolvimento do diabetes mellitus, sendo estas alterações frequentes em gatos, e com aumento da prevalência nos últimos dez anos (ZORAN, 2010; LUND et al, 2005).

A resistência insulínica é a inabilidade do tecido em responder à insulina, levando à secreção compensatória pelo pâncreas (LAFLAMME, 2012). As

concentrações séricas de insulina foram significativamente correlacionadas com o peso corporal dos animais. Gatos em sobrepeso e obesos apresentaram concentrações de insulina superiores às dos animais com ECC normal (HOENIG et al., 2013; BACKUS e WARA, 2016). BJORNVAD et al. (2014) observaram resultados similares quando compararam gatos em ECC normal com obesos e em sobrepeso, indicando que a resistência insulínica se correlacionou positivamente com a massa gorda dos animais.

Em gatos obesos, a sensibilidade da insulina é geralmente diminuída em mais de 50% em comparação aos animais saudáveis. Machos obesos têm menor sensibilidade e maiores concentrações basais de insulina, o que pode explicar o fato de serem mais predispostos ao diabetes do que as fêmeas obesas (APLLETON et al., 2002). Gatos com sobrepeso e obesos podem apresentar glicemia normal, uma vez que apresentam altas concentrações de insulina, superior a gatos com ECC normal (HOENIG et al., 2013).

Em humanos, a obesidade está fortemente associada à dislipidemia, e o controle do peso corporal parece ser uma medida eficaz no controle desta, culminando na diminuição do colesterol LDL (lipoproteínas de baixa densidade) e aumento do HDL (lipoproteínas de alta densidade). Estudos têm demonstrado que baixos níveis de HDL representam um fator de risco para doenças cardíacas e diabetes mellitus (COBBAERT et al., 1999).

Os triglicérides são os principais constituintes do tecido adiposo, e níveis elevados na obesidade estão associados à aterosclerose no homem (SCHIAVO et al., 2003). Gatos obesos apresentam níveis elevados de VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade), similar ao encontrado em humanos, no entanto não desenvolvem hipertensão ou aterosclerose; sendo assim, mecanismos antiaterogênicos provavelmente estão presentes nesses animais (HOENIG, 2012).

A obesidade é uma das causas mais comuns de hiperlipidemia em cães e gatos, sendo que gatos obesos podem apresentar concentrações séricas elevadas de colesterol e triglicérides (MURANAKA et al, 2011). No estudo realizado por HOENIG et al. (2013), as concentrações séricas de triglicérides foram maiores em gatos obesos.

Além disso, a dosagem dos medicamentos é importante, principalmente daqueles com estreita dose de segurança, como os quimioterápicos e

medicações imunossupressoras. No cálculo da dose, baseada no peso do animal, aumenta-se o risco de efeitos colaterais, no entanto o uso do peso ideal é ainda mais subjetivo, e potencialmente leva a uma eficácia diminuída da medicação (LINDER; MUELLER, 2014).

2.1.4 Alterações cardiovasculares

Em humanos, sobrepeso e obesidade estão associados com aumento nas taxas de hipertensão, doença cardíaca coronariana e hipertrofia do ventrículo esquerdo, causas importantes de falência cardíaca. A hipoventilação e apnéia do sono relacionadas à obesidade também contribuem para alteração cardíaca. Já em cães e gatos, não foi encontrada relação de todos os fatores citados como de risco para alterações cardíacas em obesos (CHANDLER, 2016).

Os potenciais efeitos da obesidade sobre o sistema cardiovascular de cães e gatos incluem: aumento da frequência cardíaca; hipertensão; aumento da espessura da parede livre de ventrículo esquerdo no final da diástole e da sístole; aumento do angiotensinogênio; aumento da atividade do SRAA; aumento da retenção de sódio por ação da aldosterona; aumento da inflamação, fibrose e estresse oxidativo mediados pela aldosterona; e aumento do remodelamento cardíaco (CHANDLER, 2016).

Em cães é possível observar o aumento da pressão arterial (PA) e alterações radiográficas (devido ao acúmulo de gordura), ecocardiográficas (hipertrofia ventricular esquerda) e eletrocardiográficas, como a baixa voltagem do complexo QRS, além de alterações do segmento ST, prolongamento da onda P, aumento da onda T e uma possível redução da atividade parassimpática (CHAMPION, 2011).

A literatura a cerca dos efeitos da obesidade sobre a função cardíaca em gatos é limitada. O aumento da pressão arterial em gatos obesos ainda é controverso. As principais causas de hipertensão arterial nesta condição são: aumento do volume sistólico e débito cardíaco; resposta inadequada da resistência vascular periférica; ativação do sistema nervoso simpático e do SRAA; e liberação de substâncias vasoativas, como endotelina I (RAHMOUNI et al., 2004). A hipertensão é caracterizada pelo aumento sustentado da PAS e pode levar a consequências deletérias, principalmente em rins, coração, olhos

e sistema nervoso central, considerados “órgãos alvo”. Seu diagnóstico se baseia na sua mensuração por métodos não invasivos e invasivos (BROWN et al, 2007).

A hipertensão arterial já foi citada como consequência importante da obesidade em gatos por KIL; SWANSON (2010). No entanto, BODEY; SANSOM (1998) não evidenciaram relações significativas entre PA e condição corporal em gatos domésticos, assim como CHANDLER (2016) que não correlacionou à obesidade como um fator de risco para a hipertensão em gatos.

Já no trabalho conduzido por CHAMPION (2011), a PAS em gatos obesos foi maior do que em animais com ECC ideal. E a provável causa desta divergência de resultados são os diferentes padrões de expressão de adipocinas e diferentes graus de obesidade dos animais (GERMAN et al., 2010).

A interpretação dos valores de PA em gatos deve ser realizada criteriosamente, uma vez que estão sujeitos à ocorrência da síndrome do jaleco branco, com aumentos decorrentes da ativação simpática em resposta ao estresse, que pode envolver o ambiente hospitalar, a presença do médico veterinário, o exame físico e o próprio método de mensuração (BELEW et al., 1999).

Indivíduos obesos podem apresentar aumento da frequência cardíaca, alterações no eletrocardiograma (ECG) como anormalidades do segmento ST e onda T, aumento da duração e supressão de milivoltagem do complexo QRS, desvio do eixo elétrico para a esquerda e aumento da duração dos intervalos PR e QT (ALPERT, 2001).

Também pode-se encontrar ectopias atriais e ventriculares, e fibrilação atrial, acredita-se que causadas pela infiltração gordurosa do sistema elétrico de condução (ALPERT; HASHIMI, 1993). No estudo de CHAMPION (2011), o ECG de gatos obesos revelou predominância do ritmo sinusal (100% dos animais), e aumento da duração da onda P, sugestivo de sobrecarga atrial esquerda.

Gatos obesos são ocasionalmente levados ao cardiologista, devido a aparente aumento cardíaco em radiografias. Estes animais apresentam medida da silhueta cardíaca ligeiramente superior, não havendo, entretanto, diferença

se excluía a gordura pericárdica. Em alguns casos a gordura produz dupla densidade sobre a silhueta cardíaca, mas algumas vezes é necessário realizar a ecocardiografia para diferenciar o miocárdio do tecido adiposo. Alguns gatos com acúmulo de gordura subesternal apresentavam elevação traqueal. Na ecocardiografia foi observada espessura normal das paredes, dimensões de câmaras e contratilidade. A principal diferença foi o aumento da dimensão precordial, devido ao acúmulo de gordura subesternal e subcutânea (LISTER; BUCHANAN, 2000).

No estudo realizado por HÄGGSTRÖM et al (2016), que correlacionou as medidas de ecocardiograma de gatos com seu peso corporal, foi encontrado que todas as mensurações realizadas durante o exame, com exceção da fração de encurtamento, aumentavam conforme aumentava o peso corporal do animal, que leva a um impacto clinicamente relevante, pois, se não levado em consideração, pode causar falhas diagnósticas. Além disso, nos animais com maior peso corporal houve um aumento pequeno da frequência cardíaca e relação entre átrio esquerdo e artéria aorta, porém clinicamente irrelevante. Apenas as medidas de átrio esquerdo variaram o suficiente para utilizar valores de referência baseados nos pesos dos animais.

A obesidade é comum em cães e gatos adultos. Aliado a este fato, é preciso considerar que alguns animais diagnosticados com cardiopatia já apresentavam condição de obesidade há muito tempo; portanto a obesidade não pode ser necessariamente considerada como fator de risco em alguns pacientes (CHANDLER, 2016).

2.1.5 Distúrbios renais

Pacientes humanos obesos em síndrome metabólica apresentam alto risco para doença renal crônica (DRC), que está emergindo como uma importante ameaça à saúde pública, por ser preditora de progressão para doença renal em estágio terminal e fator de risco para a mortalidade cardiovascular (DEJI et al., 2008). Comorbidades relacionadas à obesidade, como diabetes mellitus e hipertensão, representam fatores de risco conhecidos para doença renal. Além disso, um efeito mais direto também tem sido observado, revelando que obesidade representa um fator de risco independente para a DRC (SALAMA, 2011).

Em humanos obesos o aumento na produção de angiotensinogênio é um dos principais fatores para o desenvolvimento da doença renal. A estimulação do SRAA leva ao aumento da angiotensina II, que promove aumento da atividade vasoconstrictora e pode culminar em hipertensão ou disfunção renal, além do aumento da aldosterona, que promove retenção renal de sódio. Entretanto, em pequenos animais são poucos os estudos que investigam os efeitos da obesidade sobre os rins (ZORAN, 2010).

A ultrassonografia com Doppler Colorido é importante ferramenta não invasiva para avaliar o sistema urinário em gatos. Auxilia no diagnóstico de nefropatias e permite visualizar a vascularização/perfusão do órgão. A detecção de diminuição da perfusão renal pode ser o primeiro achado clínico de disfunção (CARVALHO; CHAMMAS, 2011).

As formas de onda são afetadas pela pressão arterial sistêmica (PAS), débito cardíaco, resistência vascular ao fluxo sanguíneo e orientação gravitacional. A avaliação do Índice de Resistividade (IR) renal é um método de análise baseado na relação entre velocidade sistólica e diastólica (NELSON; PRETORIUS, 1988).

Uma vez que um dos componentes da função renal inclui o fluxo sanguíneo, a mensuração do IR pode auxiliar no diagnóstico, tratamento e prognóstico de doença no órgão. Pelo fato de ser influenciado por diversos fatores, e pela variação entre os valores de referência relatados em gatos ser grande, sua aplicação clínica ainda é limitada (PARK et al, 2008).

2.2 Avaliação clínica de gatos obesos

O primeiro passo na identificação da obesidade é reconhecê-la. Não é difícil reconhecer um animal severamente obeso, mas a meta do veterinário é reconhecer alterações do peso corporal precocemente, para que correções da dieta e exercício possam ser iniciados (ZORAN, 2009). A composição corporal é separada em massa gorda e massa livre de gordura (MLG). A MLG é a maior, e inclui proteína (massa muscular), minerais (ossos) e água intra e extracelular (GERMAN; MARTIN, 2008). Gatos obesos apresentam acúmulo de gordura corporal ou aumento da massa gorda, que causa aumento no peso corporal e alterações da composição corpórea (ZORAN, 2009).

A mensuração do peso corporal é técnica simples para detecção do aumento do peso. Entretanto, não leva em consideração o tamanho do animal, o que lhe confere perda de acurácia (GERMAN; MARTIN, 2008), pois não distingue a MLG de massa gorda, mas deve sempre ser avaliado, utilizando-se uma balança (THATCHER et al, 2010).

Na avaliação da condição corpórea é importante utilizar escala confiável. Dentre estas se destacam o IMC e o ECC (GERMAN; MARTIN, 2008). O IMC é uma ferramenta inestimável e útil para detecção do risco de obesidade, que permite avaliação simples e confiável da gordura corporal. Baseia-se no cálculo a partir do comprimento da parte inferior do membro pélvico, a partir do meio da rótula para a ponta dorsal do calcâneo (figura 1A) e da circunferência da caixa torácica (figura 1B), obtendo-se a percentagem de conteúdo de gordura corporal, a partir de uma equação: $[(\text{caixa torácica}/0,7062) - \text{RC}/0,9156] - \text{RC}$ (HAWTHORNE; BUTTERWICK, 2000).

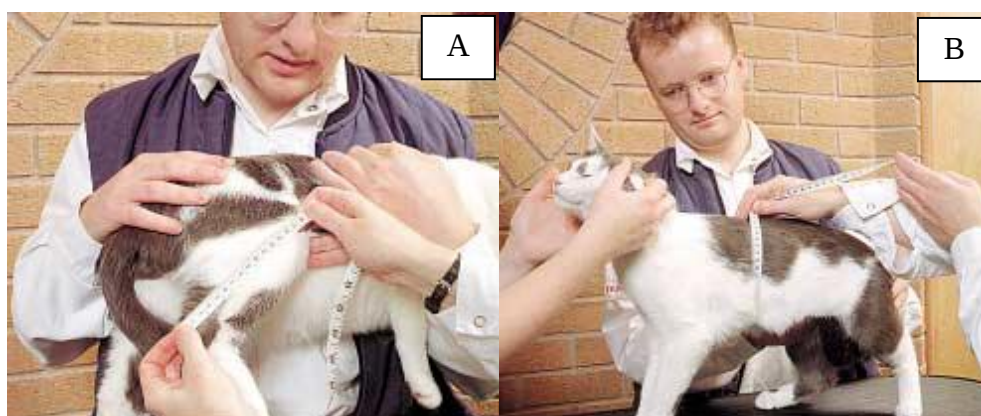


Figura 1: (A) Mensuração do comprimento da parte inferior do membro pélvico, a partir do meio da rótula para a ponta dorsal do calcâneo; (B) mensuração da circunferência da caixa torácica (HAWTHORNE; BUTTERWICK, 2000).

O ECC avalia a gordura corpórea; diversos sistemas são usados para a avaliação de cães e gatos (ex.: escalas de 5 ou 9 pontos). Embora alguns pacientes extremamente obesos excedam o índice 9/9 de ECC, não existe qualquer sistema de mensuração validado para além deste ponto. Estes índices são baseados em um número limitado de estudos feitos em gatos. A predisposição patológica associada a índices elevados de ECC em animais adultos parece subir a partir de 6 na escala de 9 (LUND et al, 2005).

A obesidade é definida, assim como em humanos, pela presença de peso corporal acima de 25% do peso ideal, o que equivale a 7 ou mais na escala de 9 pontos. Em animais obesos, o ECC pode ser utilizado como ferramenta diagnóstica e acompanhamento do paciente durante o programa de perda de peso. Apesar de subjetivo, fornece um método quantitativo de avaliar a quantidade de gordura corporal e o peso ideal a ser alcançado (LARSEN; VILLAYERDE, 2016).

A detecção de alterações orgânicas promovidas pela obesidade em gatos tais como alterações metabólicas e endócrinas permite a adoção de estratégias terapêuticas para correção das mesmas, promovendo, dessa maneira, redução na ocorrência das comorbidades relacionadas com a obesidade e melhora na qualidade de vida destes animais (CLARK; HOENIG, 2016).

Conforme exposto, a obesidade relaciona-se a uma série de comorbidades e efeitos deletérios sobre o organismo. Deste modo, este estudo pretende: testar a hipótese de que gatos com peso corporal elevado e medidas antropométricas acima das desejáveis apresentam alterações do perfil lipídico e hepático, hipertensão arterial, alterações do ecocardiograma e da ultrasonografia abdominal e distúrbios do ritmo cardíaco; além de determinar com que frequência estas alterações ocorrem.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Este estudo tem como objetivos gerais a avaliação clínica, das medidas antropométricas, cardiológica, de exames laboratoriais e de imagem de gatos obesos, atendidos na rotina do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina veterinária e Zootecnia – FMVZ, Unesp, Botucatu, SP. Os dados obtidos serão comparados aos de gatos com escore de condição corporal normal.

3.2 Objetivos específicos

Este projeto tem como objetivos específicos a avaliação clínica através da aplicação de questionário, exame físico, peso e glicemia; avaliação das medidas antropométricas (ECC e IMC); avaliação cardiológica (PAS, ECO); avaliação de exames laboratoriais como perfil lipídico, hepático e renal; e avaliação dos exames de imagem (radiografia torácica e ultrassonografia abdominal). Além de verificar as alterações e sua frequência de ocorrência em gatos obesos atendidos na rotina do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, Unesp, Botucatu, SP.

CAPÍTULO II

TRABALHO CIENTÍFICO

Seção 1

Trabalho a ser enviado para *Journal of Feline Medicine and Surgery*

IS RENAL RESISTIVE INDEX AFFECTED BY OBESITY IN CATS?

**SOUZA, F.B.¹, GONÇALVES, N.V.², BONATELLI, S.P.³, BELOTTA, A.F.³,
MAMPRIM, M.J.⁴, MELCHERT, A.², LOURENÇO, M.L.G.²**

¹ Fellow Master degree, Postgraduate Program in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, Brazil. ² Graduate Student, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, Brazil. ³ Fellow Doctorate degree, Postgraduate Program in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, Brazil. ⁴ PhD, Department of Radiology and Animal Reproduction, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, Brazil. ⁵ PhD, Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

Corresponding author: Alessandra Melchert (alessandra@fmvz.unesp.br) – Tel: + 55 (14) 3880-2194. Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Junior, s/n, 18618-970 – Botucatu, SP, Brasil.

Key words: abdominal ultrasound; renal Doppler; feline; obese.

ABSTRACT

Goal: This study aimed at assessing the renal resistive index (RI) in obese and normal cats, as well as assessing the influence of systolic arterial blood pressure, gender, body weight and body mass index over the RI.

Methods: We studied 15 obese cats and 15 normal cats, determining the body weight, body mass index (BMI), systolic arterial pressure (SAP) and serum concentrations of urea and creatinine for each animal. We then conducted an ultrasound assessment of the kidneys, scanning in both normal and Doppler mode B. We calculated the RI for the renal artery and compared the data obtained for each group, also considering the gender of each animal, before conducting a correlation analysis between RI and the other parameters.

Results: The RI for obese cats was higher than for Control cats, but without any statistically significant difference. In the Obese group, the RI was higher in females than males and Obese females also presented higher RI than Control females. We observed a positive correlation between RI, body weight and BMI, with six obese cats (40%) presenting increase in the RI. The SAP was higher in obese cats and presented a positive correlation with body weight, but not with the RI.

Conclusions and Relevance: The renal resistive index may be employed to monitor the renal function in obese cats, especially in females. The increase of

46 body weight and BMI results in a concurrent increase in the RI, indicating that
47 this could be an early indicator for kidney injuries in obese animals.

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

INTRODUCTION

Obesity represents an important health problem worldwide¹. It is considered one of the most important chronic diseases in cats nowadays and is related to several comorbidities and reduced lifespans². Kidney diseases³, heart diseases, high arterial pressure and dyslipidemia, among others, could be results of excess body fat⁴.

Obese individuals are susceptible to renal alterations⁵ due to the related comorbidities, such as diabetes mellitus and high blood pressure, which represent a risk factor for renal diseases. In addition, a more direct effect has been observed, showing that obesity represents an independent risk factor for Chronic Kidney Disease (CKD)⁶. It is important to stress that kidney diseases are important causes of morbidity and mortality in cats⁷.

Classifying the etiology and severity of kidney injuries often requires a biopsy. However, the procedure is invasive and requires anesthesia, in addition to potential complications afterwards. Therefore, non-invasive methods that aid in the diagnosis and prognosis of kidney injuries are highly beneficial⁷.

Color Doppler ultrasound is an important non-invasive tool for the assessment of the urinary system in cats, aiding in the diagnosis of nephropathies by the evaluation of the kidney anatomy and physiology. Detecting a reduction in renal perfusion may be the first clinical finding pointing

towards dysfunction⁸. The kidneys are highly vascularized organs, receiving around 20% of the cardiac output. Several nephropathies have an important vascular component and, therefore, it is expected for kidney and vascular diseases to cause alterations in the renal blood supply, in the microvascular circulation and in the venous return⁹.

Spectral Doppler waveforms are affected by systemic arterial pressure (SAP), cardiac output, vascular resistance to blood flow and gravitational orientation. The assessment of the renal Resistive Index (RI) is a method based in the relationship between systolic and diastolic speed¹⁰, measuring the arterial resistance in peripheral vessels by calculating the relationship between peak systolic speed and final diastolic speed¹¹.

Since one of the components of the renal function is blood flow, measuring the RI may help in the diagnosis, treatment and prognosis of kidney diseases. The reference values for RI are below 0.7 and increased values suggest a reduction in the kidney blood flow¹².

Since the RI is influenced by age, patency of the urinary tract, circulatory status of the animal and variation of reference values in cats, the clinical application of RI assessment is still limited¹². Therefore, this study aims at assessing the Resistive Index (RI) in obese cats and comparing the values with those observed in cats with normal body conditions, as well as verifying whether

RI is influenced by systolic arterial pressure, gender, body weight, body condition score and body mass index.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted at the Veterinary Hospital maintained by the College of Veterinary Medicine and Animal Sciences at UNESP, Botucatu Campus, Brazil, from September 2015 to June 2017. It was approved by the Ethics Committee for the Use of Animals (CEUA – *Comitê de Ética no Uso de Animais*) under protocol number 0176/2016.

We assessed 30 asymptomatic mixed-breed cats divided in two groups: Obese, including 15 animals with body condition scores (BCS) of 8 or 9; and Control, including 15 animals with adequate scores (BCS = 5). The Obese group had seven females and eight males while the Control group had six females and nine males. The age of animals included in the studied varied between two and twelve years-old.

The determination of the animal's body weight was conducted in digital scales. The animals were positioned in the center of the scales and were then weighted (Kg). The animals were submitted to a clinical evaluation that classified them as Obese or Control using a BCS ranging from 1 to 9 points¹³.

The Body Mass Index (BMI) was calculated based on the length of pelvic limb's lower part (from the middle of the kneecap to the dorsal edge of the heel) and the circumference of the rib cage at the 9th rib, both in centimeters (cm). The body fat content, which should be between 15 and 30%, was calculated through the following equation: $[(\text{rib cage}/0.7062) - \text{Limb}/0.9156] - \text{Limb}$ [18].

The Systolic Arterial Pressure (SAP) was assessed through the Doppler method, with the cats positioned in lateral decubitus and using a cuff of adequate size on the middle third of the radius-ulna [19]. Five measurements were taken for each animal and the average values were recorded. Outliers were excluded from the final count.

Blood samples were collected through jugular venipuncture in silicone-coated tubes without blood thinner for lipid, hepatic and renal profiling. The samples were then centrifuged and frozen at -20°C for later analysis at the Clinical Laboratory of the Department of Veterinary Practice, FMVZ, Botucatu, Brazil.

At the end of the study, we assessed the serum concentrations of creatinine through the enzymatic colorimetric method with a Bioclin[®] kit and urea through the kinetic method, also with a Bioclin[®] kit. All tests were metered in a semi-automatic analyzer (Cobas Mira Plus - Roche[®]).

Before the ultrasound examination of the kidneys, the animals underwent a fast for eight hours and acoustic gel was applied over the skin to improve the propagation of sound waves. The scan was conducted in conventional and Doppler mode B. After analyzing the echotexture, architecture, dimensions and vasculature of the kidneys, we conducted a spectral Doppler examination to determine the RI of the renal artery using a Mylab alpha device (Esaote) with a convex 5-8 MHz transducer. To calculate the RI, we selected wave spectra for each renal artery (Figure 1) that presented three consecutive waves of high quality, without artifacts.

The data was analyzed in a commercially-available software (Prism 5; GraphPad software). Data normality was verified through the Kolmogorov-Smirnov test. A non-paired Student's t test was employed to compare each of the measurements (RI, SAP, Body Weight, BMI and BCS) between cats in the Obese and Control groups. To compare data and measurements (age, RI, SAP, Body Weight, BMI, BCS, serum urea and serum creatinine) between the groups, as well as assess the influence of gender in the Obese and Control groups, we employed a non-paired Student's t test for parametric data or the Mann-Whitney test. To verify increases in the RI within each kidney (right and left kidney) when comparing the Obese and Control groups, we employed Fisher's test. We conducted Pearson's test to establish a correlation between

RI, BMI, Body Weight and SAP. The significance level considered for the study was 5%.

RESULTS

This study assessed 15 cats with normal body condition and 15 obese cats. All cats were mixed-breeds. In the Obese group, 100% (n=15) had been castrated, while 66.7% (n=10) had been castrated in the Control group. The Obese group was comprised of eight males (53.3%) and seven females (46.7%) while the Control group was comprised of nine males (60%) and six females (40%).

When comparing both groups, we observed that the average age for animals in the Control and Obese groups were 4.5 ± 2.3 and 6.5 ± 2.9 years-old respectively, showing a significant difference. Body Weight, BCS, BMI and SAP were also statistically higher in the Obese group (Table 1). In the Obese group, the incidence of high blood pressure ($SAP \geq 150$ mmHg) was 40% (n=6) and in the Control group, the incidence was 13.3% (n=2).

Initially, we compared the RI values for the right and left kidneys within each group and did not observe statistical differences. Therefore, to compare the RI between the groups, we considered the values for each kidney, for a total of 30 kidneys (right and left kidneys of each animal) for each group. The same

principle was applied when comparing the RI values between males and females within each group and between groups. In the obese group, we considered 16 kidneys for the eight males and 14 kidneys for the seven females, while in the Control group we considered 18 kidneys for the nine males and 12 kidneys for the six females.

The IR values for the Obese group were higher than those for the Control group, although not statistically significant ($p=0.115$) (Figure 2A). When grouping animals according to gender, RI was significantly higher in females ($p=0.026$) than males in the Obese group. In addition, females in the Obese group presented a statistically significant increase when compared with females in the Control group. For males, no statistically significant differences were observed between the groups (Figure 2B). The Control group did not present statistically significant differences between males and females. The general RI values for males and females of both groups are presented on Table 2.

The RI of at least one of the kidneys (right) presented positive correlation with increased body weight and BMI (Table 3). Figure 3 clearly shows the positive correlation between RI and BMI, proving that increases in the BMI result in a concurrent increase in the RI. Based on the normality limits ($RI < 0.70$ for cats), six obese cats (40%) presented increased RI in at least one kidney, while only one animal (6.7%) in the Control group presented RI above the

normal level. Considering the kidneys separately (right and left kidneys), eight kidneys of obese cats (26.6%) presented increased RI while only one kidney (3.3%) from the Control group did. We observed a statistically significant difference when comparing the incidence of increased RIs in the Obese and Control groups using Fisher's test and considering each kidney separately.

In spite of the SAP values being statistically higher in Obese cats (Table 1), presenting a strong positive correlation with increases in body weight (Table 3), we verified a potential correlation between RI and SAP and observed no relationship between the two parameters. However, 30% of the animals in the Obese group (n=6) and 11.3% of the animals in the Control group (n=2) presented high arterial pressure. Among these animals, two cats (33.3%) in the Obese group presented a concurrent increase in the RI. We also did not observe any correlation between RI and serum concentrations of urea and creatinine, which were within the normal levels for all animals included in the study (Table 1).

DISCUSSION

Obesity is a risk factor for kidney and cardiovascular diseases³ and the assessment of RI may be one of the early indicators for renal dysfunction⁸. A retrospective study conducted without sedation in cats with average ages of

6.5 years, 24 of which were healthy and 92 of which presented nephropathies, observed higher RI values in cats suffering from nephropathies in contrast to healthy cats¹¹, corroborating with the use of RI to detect kidney injuries. This study has shown that obese cats presented higher RI values than healthy cats in spite of the normal levels for serum urea and creatinine, which are routinely employed to assess the renal function.

The average RI values obtained for the Control and Obese groups were 0.60 ± 0.03 and 0.64 ± 0.08 respectively, showing an increase in obese cats that is not statistically significant. Considering the upper normality limits (RI < 0.70) for cats^{6, 15, 16}, 40% of the obese animals (n=6) presented increased RI in at least one kidney. Studies conducted in humans have shown the effects of obesity over the RI. In obese HIV-positive patients, the RI observed was higher than the ones observed in non-obese HIV-positive patients.¹⁷

Diverging results for RI have been reported for cats in the literature^{7, 8, 11, 15, 16, 18}. However, as far as we know, this is the first study to show a statistically significant impact of obesity over the renal arterial blood flow for the species, suggesting that the RI may be employed as a tool to monitor renal function in obese cats.

A study conducted without sedation in 25 Persian cats (for a total of 50 kidneys) with ages between one and five years-old observed average RI values

of 0.54 ± 0.07 , which are lower than the ones observed in this study. However, one of the limitations of the study in question was the exclusive inclusion of Persian cats, as it is still unknown if these parameters may be applied to other breeds⁸. Another study conducted without sedation in nine short-haired domestic cats observed average RI values of 0.58 ± 0.06 in the right kidney and 0.55 ± 0.03 in the left kidney²⁰, which were also lower than the values observed in this study. However, the study conducted by NOVELLAS et al.¹⁶ with 10 healthy mixed-breed cats, with average ages of 7.8 years-old, the average RI observed was 0.62 ± 0.04 , a result closed to the one observed in this study.

According to RIVERS et al.⁷, short-haired domestic cats, all of which were healthy, young adults, not castrated and sedated with ketamine, acepromazine and atropine, presented renal RI of 0.59 ± 0.05 (left kidney) and 0.56 ± 0.06 (right kidney). The authors reported not knowing the relationship between gender or body weight and renal RI in humans, considering unlikely that variations in gender or body weight could have clinically significant impact over the average RI for cats.

However, when grouping animals according to gender, the RI for animals in the Obese group was significantly higher in females than in males. Females in the Obese group also presented a statistically significant increase in comparison with females in the Control group, which was not observed among

260 males. On the other hand, another study did not observe any significant effect
261 over the RI related to gender or age in both healthy cats and cats afflicted by
262 kidney diseases¹¹.

263 The results observed in the literature are conflicting regarding RI
264 variations related to gender. It has been reported in humans that the RI has
265 been influenced by age, but not gender both in healthy patients and patients
266 afflicted by chronic kidney disease²¹. On the other hand, higher RI were
267 reported in women afflicted by chronic kidney disease²², revealing that gender
268 has some influence over the RI, similarly to what was observed in this study.
269 The precise reasons for this association is yet to be elucidated, but hormonal
270 influences may be related to it²².

271 MITCHELL et al.¹⁵ have assessed the RI of eight short-haired domestic
272 cats (4 females and 4 males), all of which were healthy and castrated, to verify
273 potential differences between awake and anesthetized animals, observing that
274 anesthesia had a significant impact on the RI. Since it was possible, in this
275 study, to assess the RI of both kidneys in all animals included without the use of
276 sedation or anesthesia, we believe that it is possible to determine the RI in
277 awake cats to avoid the effects of anesthesia during the evaluation of renal
278 hemodynamics.

279 This study observed a correlation between RI, BMI and body weight, with
280 increases in BMI or body weight promoting a concurrent increase in RI. PARK
281 et al.¹² studied 50 healthy cats and observed a strong correlation between body
282 weight and kidney dimensions, but a weak correlation with RI.

283 This correlation between renal RI and BMI has been described in human
284 patients who presented risk for atherosclerosis²³. The association between
285 increases of BMI and the risk of renal insufficiency is well established. High BMI
286 is common in humans, representing a modifiable risk factor for end-stage
287 kidney disease²⁴. Similarly to what was observed in this study, the increased
288 BMI and waist-hip ratio in obese individuals were considered independent
289 conditions for the increase of RI in human patients with high blood pressure²⁵.

290 The RI has been associated with initial kidney damage caused by high
291 blood pressure and has also been correlated with the systemic arterial pressure
292 in humans, changing the vascular resistance in the eyes and kidneys, both in
293 humans and in animals¹⁶. However, while this study did not observe any
294 correlation between SAP and RI, two of the six obese cats with high arterial
295 pressure presented a concurrent increase in RI (33.3%). The correlation
296 between RI and systemic arterial pressure is yet to be established in cats and
297 dogs. If such correlation in fact exists, these indexes may be used to establish

the prognosis and treatment of cats and dogs with kidney disease or high blood pressure¹⁰.

Among the limitations of this study, we may mention the low number of obese cats included in the study (n=15). Further studies in obese cats assessing renal RI and its correlation with morphometric variables should be encouraged. Another limitation is the inability to repeat the measurement of RI in different moments to increase the reliability of the assessment. A third limitation was the location of the RI measurement, which was conducted only on the renal artery and not on more distal vessels such as the arcuate and interlobular arteries, which are more reliable for the evaluation of the organ.

CONCLUSIONS

The results obtained by this study suggest that the renal resistive index may be used to monitor renal function in obese cats, especially in females. Increases in body weight and BMI resulted in a concurrent increase in RI, indicating that this variable may be an early indicator for kidney injuries in obese individuals. Further studies in the area are needed to confirm the reliability of this test.

REFERENCES

1. Mayer MA, Hocht C, Puyo A, et al. Recent advances in obesity pharmacotherapy. *Curr Clin Pharmacol* 2009; 4: 53–61.
2. Larsen JA and Villaverde C. Scope of the problem and perception by owners and veterinarians. *Vet Clin Small Anim* 2016; 46: 761-72.
3. Deji N, Kume S, Araki SI, et al. Structural and functional changes in the kidneys of high-fat diet-induced obese mice. *Am J Physiol Renal Physiol* 2008; 296(1):118-26.
4. Rowe E, Browne W, Casey R, et al. Risk factors identified for owner-reported feline obesity at around one year of age: Dry diet and indoor lifestyle. *Prev Vet Med* 2015; 121 (3-4): 273-281.
5. Ninomiya T, Kiyohara Y, Kubo M, et al. Metabolic syndrome and CKD in a general Japanese population: the Hisayama Study. *Am J Kidney Dis* 2006; 48: 383–91.
6. Salama AD. Obesity and Kidney Disease: A Call to Action. *Nephrol J* 2011; 4: 8-9.
7. Rivers BJ, Walter PA, O'brien TD, et al. Duplex Doppler Estimation of Pourcelot Resistive Index in Arcuate Arteries of Sedated Normal Cats. *J Vet Intern Med* 1996; 10: 28-33.
8. Carvalho CF, Chammas MC. Normal Doppler velocimetry of renal vasculature in Persian Cats. *J Feline Med Surg* 2011; 13: 399-404.

- 339 9. Novellas R, Gopegui RR, Espada Y. Assessment of renal vascular resistance
340 and blood pressure in dogs and cats with renal disease. *Vet Rec* 2010; 166:
341 618-23.
- 342 10. Nelson TR, Pretorius DH. The Doppler signal: Where does it come from and
343 what does it mean? *AJR* 1988; 151: 439-47.
- 344 11. Tipisca V, Murino C, Cortese L, et al. Resistive index for kidney evaluation
345 in normal and disease cats. *J Feline Med Surg* 2016; 18 (6): 471-5.
- 346 12. Park I, Lee H, Kim J, et al. Ultrasonographic evaluation of renal dimension
347 and resistive index in clinically healthy Korean domestic short-hair cats. *J Vet*
348 *Sci* 2008; 9 (4): 415-9.
- 349 13. Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, et al. Prevalence and risk factors for
350 obesity in adult dogs from private US veterinary practices. *Intern J Appl Res Vet*
351 *Med* 2005; 4: 177-86.
- 352 14. Hawthorne AJ and Butterwick RF. Predicting the body composition of cats:
353 development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat
354 in cats. *J Vet Intern Med* 2000; 14(3): 349-65.
- 355 15. Mitchell SK, Toal RL, Daniel GB, et al. Evaluation of renal hemodynamics in
356 awake and isoflurane-anesthetized cats with pulsed-wave Doppler and
357 quantitative renal scintigraphy. *Vet Radiol Ultrasound* 1998; 39(5): 451-8.
- 358 16. Novellas R, Espada Y, Gopegui RR. Doppler ultrasonographic estimation of
359 renal and ocular resistive and pulsatility indices in normal dogs and cats. *Vet*
360 *Radiol Ultrasound* 2007; 48(1): 69-73.

17. Grima P, Zizza A, Guido M, et al. Association of visceral adiposity with increased intrarenal artery resistive index in HIV1infected patients receiving highly active antiretroviral therapy. *Indian J Sex Transm Dis* 2010; 31:16-21.
18. Schmiedt CW, Delaney FA, Mcanulty JF. ultrasonographic determination of resistive index and graft size for evaluating clinical feline renal allografts. *Vet Radiol Ultrasound* 2008; 49(1): 73–80.
19. Ostrowska J, Kielbowicz Z, Zaleska-Dorobisz U, et al. Resistive index (RI) obtained in renal interlobar arteries of normal dogs and cats by means of Doppler ultrasonography. *Pak Vet J* 2016; 36(1): 45-8.
20. Pollard R, Nyland TG, Bernteen L, et al. Ultrasonographic evaluation of renal autografts in normal cats. *Vet Radiol Ultrasound* 1999; 40(4): 380-5.
21. Kaiser C, Götzberger M, Landauer N, et al. Age dependency of intrarenal resistance index (RI) in healthy adults and patients with fatty liver disease. *Eur J Med Res* 2007; 12: 191-195.
22. Toledo C, Thomas G, Schold JD, et al. Renal resistive index and mortality in chronic kidney disease. *Hypertension* 2015; 66(2): 382–8.
23. Kawai T, Kamide K, Onishi M, et al. Usefulness of the resistive index in renal Doppler ultrasonography as an indicator of vascular damage in patients with risks of atherosclerosis. *Nephrol Dial Transplant* 2011; 26: 3256–62.
24. Hsu CY, Mcculloch CE, Iribarren C, et al. Body mass index and risk for end-stage renal disease. *Ann Intern Med* 2006;144: 21–8.

25. Trovato GM; Martines GF, Trovato FM, et al. Renal resistive index and parathyroid hormone relationship with renal function in nondiabetic patients. *Endocr Res* 2012; 37(2): 47-58.

Table 1: Means and standard deviation of age, weight, Body Condition Score (BCS), Body Mass Index (BMI), systolic Arterial Blood Pressure (sABP), serum urea and creatinine from cats in Control (n=15) and Obese (n=15) groups.

Parameters	Groups		P
	Control	Obese	
Age (years)	4.5 ± 2.3 B	6.5 ± 2.9 A	0.042
Weight (Kg)	4.2 ± 0.7 B	6.2 ± 1.5 A	<0.001
BCS	5.0 ± 0.0 B	8.4 ± 0.5 A	<0.001
BMI	25.7 ± 5.4 B	38.9 ± 11.0 A	<0.001
SAP (mmHg)	126.1 ± 19.7 B	151.2 ± 29.0 A	0.010
Urea (mg/dL)	53.9 ± 10.0 A	51.9 ± 8.2 A	0.572
Creatinine (mg/dL)	1.10 ± 0.23 A	1.02 ± 0.34 A	0.447

Means followed by the same capital letter in the column did not differ statistically from each other by t test (Student) ($P>0.05$).

Table 2: Means and standard deviation of resistive index (RI) of male cats, female cats and both (general) for Control (n=15) and Obese (n=15) groups.

Parameters	Groups		P
	Control	Obese	
General RI	0.60 ± 0.03	0.64 ± 0.08	0.115
Males RI	0.60 ± 0.05 A	0.60 ± 0.08 A	0.910
Females RI	0.60 ± 0.05 A	0.67 ± 0.06 B	0.008

Means followed by the same capital letter in the column did not differ statistically from each other by t test (Student) ($P > 0.05$).

Table 3: Representation of parameters combinations that presented significant linear correlation ($P < 0.05$) according to Pearson correlation coefficient (r).

Correlated measures	Correlation coefficient (r)	P-value
Weight x SAP	0.496	0.005
BCS x SAP	0.486	0.006
Weight x RI D	0.383	0.040
BMI x RI D	0.418	0.027

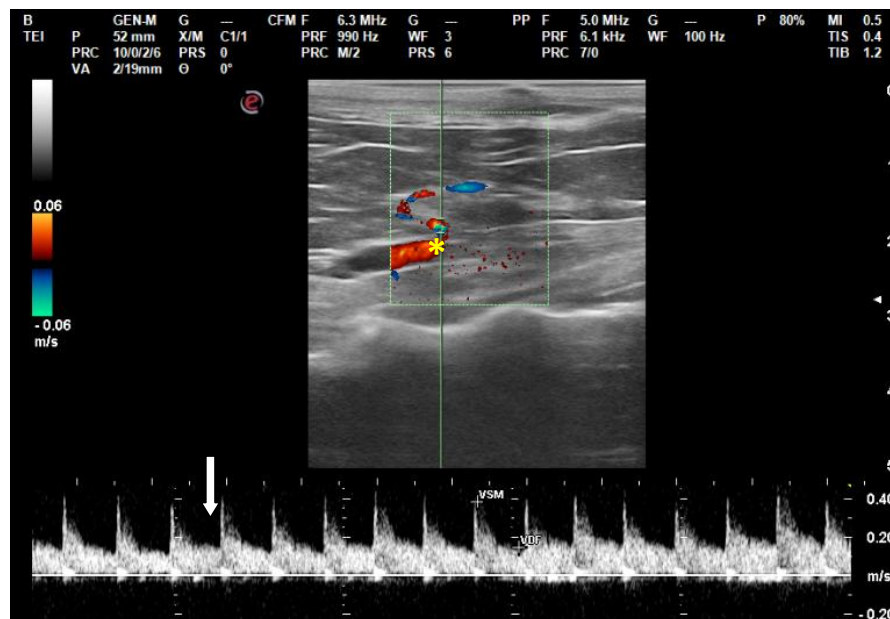


Figure 1: Ultrasonographic representation of color Doppler of renal vasculature (*) (renal artery), and renal artery wave spectra to calculate resistivity index in cat. The arrow indicates the systolic wave peak.

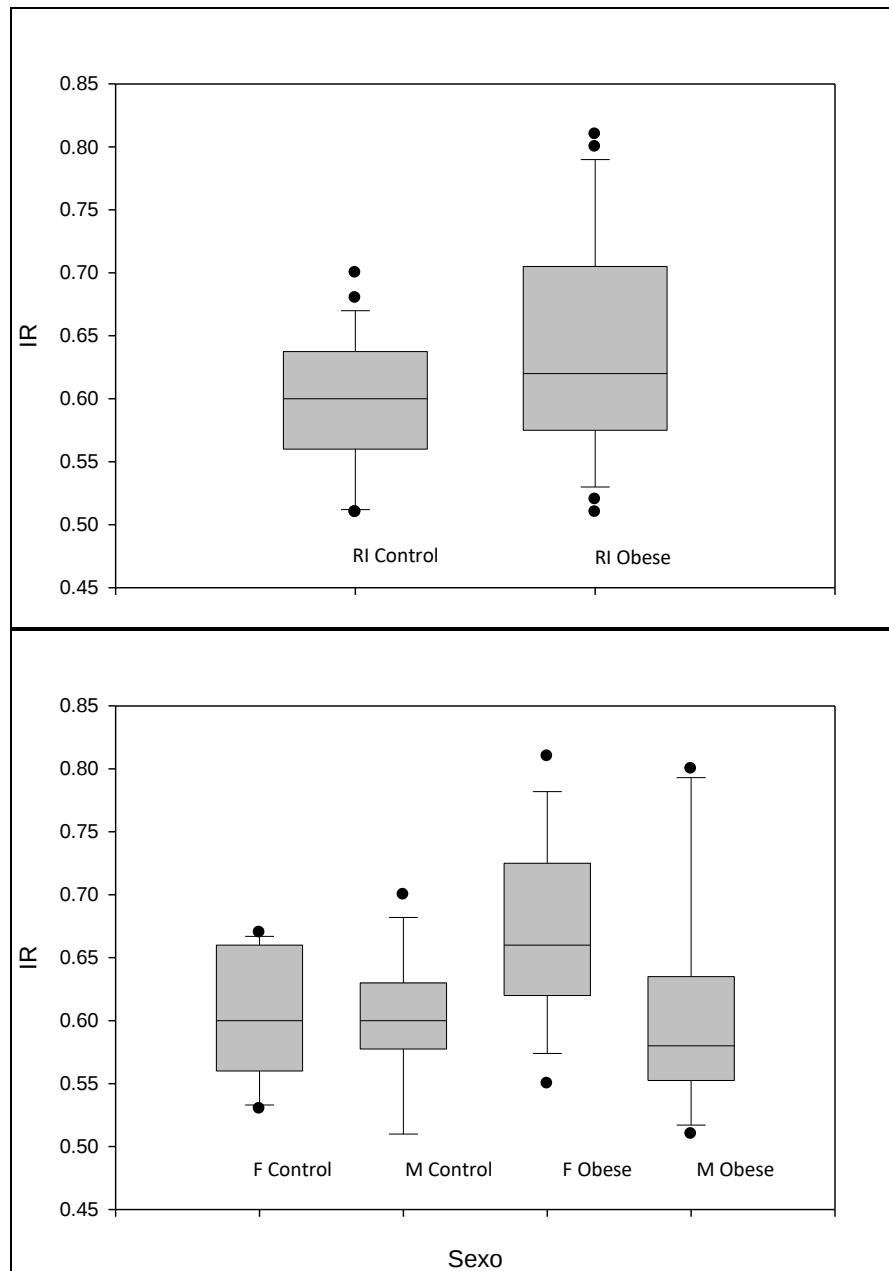


Figure 2: A) Box plot of resistive index distribution in Control and Obese cats; B) Box plot of resistive index distribution in Control and Obese male (M) and female (F) cats.

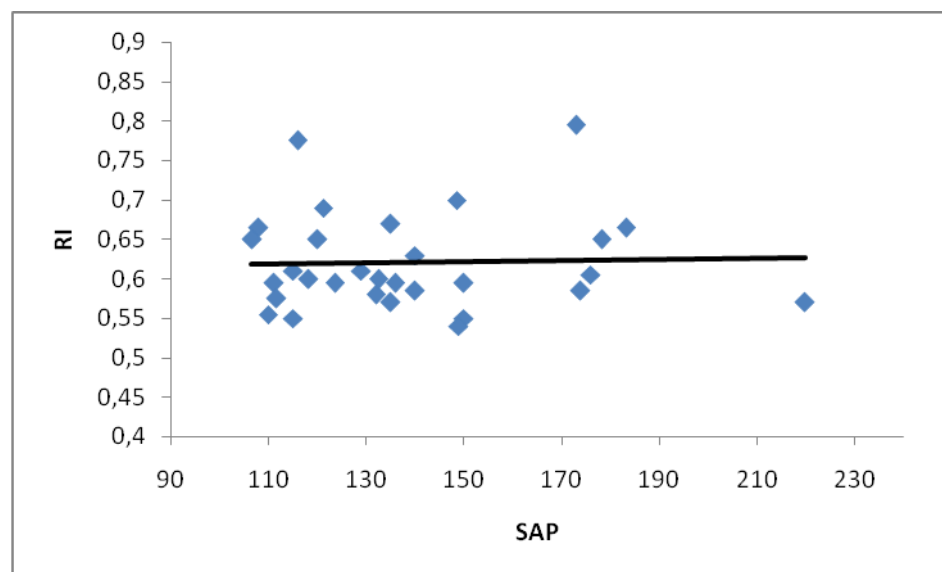
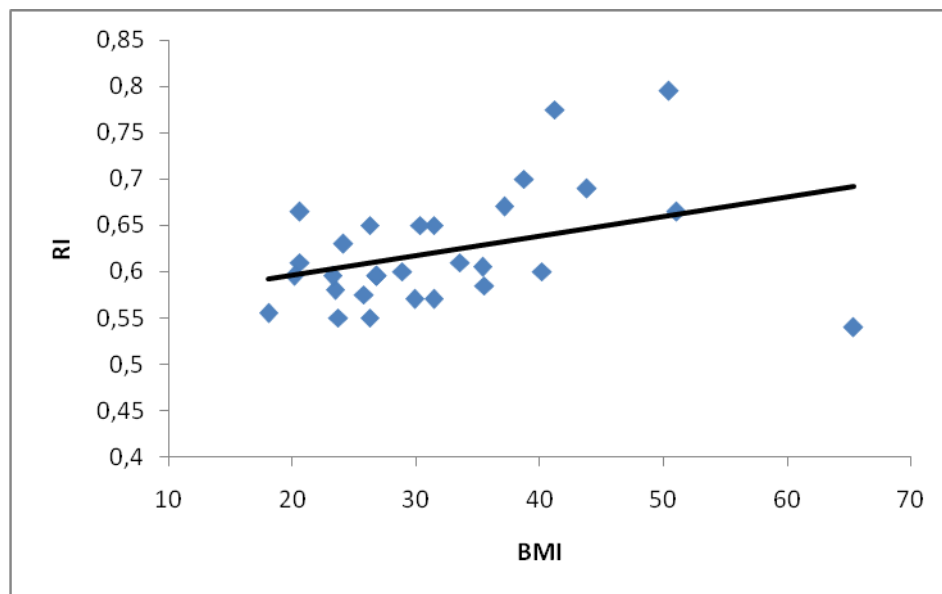


Figure 3: Scatter plot and trend line: A) BMI versus RI, demonstrating that the increase in BMI in cats raises RI; B) SAP versus RI, demonstrating that the increase of SAP in cats raises RI.

Seção 2

Trabalho enviado para *Topics in Companion Animal Medicine*

Obesity in cats - An overview of the problem

Fúlvia Bueno de Souza, DVM^a Natália Volpi Gonçalves^b, Danilo Velazquez Golino^b,
Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto, PhD^c, Maria Lúcia Gomes Lourenço,
PhD^c, Alessandra Melchert, PhD^c

^a Fellow Master degree, Postgraduate Program in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^b Graduate Student, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^c PhD, Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

*** Corresponding author**

Alessandra Melchert, PhD, Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Junior, s/n, 18618-970 – Botucatu, SP, Brasil. Phone: 55 14 3880-2194, email: alessandra@fmvz.unesp.br

ABSTRACT

Obesity is a common ailment in cats and is usually associated to comorbidities and reduced life expectancy. This study aims at assessing the clinical and handling characteristics of obese cats treated at the Veterinary Hospital maintained by the School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, UNESP, Botucatu, Brazil. We assess the following parameters: detailed report, owner questionnaire (castration, feeding habits and physical activity), physical examination, systolic arterial blood pressure, antropometric measurements for the assessment of the animal's nutritional condition (body weight, body mass index and body condition score), laboratory test parameters (lipid profile; total cholesterol; high-density lipoproteins; triglyceride levels; kidney function – urea and serum creatinine levels; liver profile – serum glucose levels; aspartate aminotransferase and alkaline phosphatase enzymes). Middle-aged cats were the most commonly afflicted and all middle-aged animals assessed had been castrated. Few owners fed the animals controlled amounts at controlled intervals and most conducted some kind of physical activity. Most owners considered obesity as a risk to the animal's health, but only half was willing to subscribe to a weight-loss regimen, stating that the main problem would be altering the feeding habits. The average body weight of the Obese and Control groups were 6.1 ± 1.4 and 4.3 ± 0.7 kg respectively, while the average body mass indexes were 39.8 ± 11.3 and 25.9 ± 5.2 respectively. The systolic arterial blood pressure levels for the Obese and Control groups were 148.5 ± 29.6 and 126.4 ± 19.8 mmHg respectively. Almost half of the obese animals suffered from high blood pressure. Obesity is responsible for clinical and laboratory test alterations in cats and treatment should be instituted early on. It is important to inform and guide cat owners regarding the risks inherent to the disease and the importance of controlled feeding habits and regular physical activity.

Keywords: obese; feline; dyslipdemia; survey; comorbidities.

INTRODUCTION

Obesity is considered the most prevalent form of malnutrition afflicting pets in the western hemisphere [1]. It is one of the most common nutritional disorders in cats and dogs and its prevalence has been increasing in developing countries [2]. However, the disease is often not diagnosed in pets due to owner mistakes when assessing the ideal body condition score (BCS) for the animal [3].

The disease's incidence in cats exceeds 20% nowadays [4], usually ranging between 15% and 35% on certain locations [5]. The causes for obesity are multiple and the disease is a result of an imbalance between energy intake and expenditure, either from excessive intake or inadequate expenditure [1].

The most common and clinically applicable method to diagnose obesity is determining the animal's body condition score (BCS). Five-point and nine-point scales may be used as long as the same system is used in all cases [6]. The BCS is an important parameter and may be used in obese cats for the diagnosis and for monitoring weight loss. In spite of its subjective nature, the BCS is a quantitative method to estimate excess fat and determine the ideal weight for the animal [7].

Assessing the Body Mass Index (BMI) is simple and the parameter is easily employed, indicating the relationship between weight in kilograms and body surface in square meters. The importance of the BMI in cases of obesity lies in its curvilinear relationship with mortality. That is to say, as the BMI increases, so does the risk of diseases associated to obesity [8].

Unbalanced diets and sedentary lifestyles are among the main causes of obesity, but genetic and reproductive factors are also involved [9]. Moreover, some owners believe that food restriction ultimately results in suffering for the animals, preferring them to be "happy" and overweight despite the reduced survival rates [7].

Underestimation of the BCS by the owners was a risk factor highly associated to obesity [10]. This has an impact over the decision to submit the animal to a weight loss regimen and delays the diagnosis during the initial phase of the disease. This underestimation may also be a defense mechanism of the owner who, may perceive an accusation when told of the risks and adverse effects of obesity [7].

Studies have shown that obese cats often lead a sedentary and inactive lifestyle, with food ad libitum. It is important to note that obesity is often associated with owners who ‘humanize’ their pets [11].

Breed, gender, age and genetic factors also contribute towards the development of this pathology [12], as do lack of physical activity, prolonged rest and confinement. Castration also leads to weight gain [13, 14].

The consequences of obesity over the health of pets are often mentioned in the literature, but rarely have been studied. It predisposes the animal to cardiovascular and respiratory alterations, diabetes mellitus, high blood pressure, osteoarticular injuries, hepatic lipidosis, immunosuppression, reproductive disorders, anesthesia and surgery complications, dyslipidemia, incontinence and urinary tract stones. It also complicates the use of exploratory techniques, such as auscultation, palpation and radiographs [1, 15, 16].

Obesity is one of the most common causes of hyperlipidemia in cats and dogs – obese cats may present high serum concentrations of cholesterol and triglycerides [17].

This study aims at clinically assessing the antropometric measurements and laboratory tests of obese cats and compare these results with those of cats with ideal Body Condition Scores. It also aims at assessing, through a survey with the owners, the alimentary and environmental handling of these animals.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at the Veterinary Hospital maintained by the College of Veterinary Medicine and Animal Sciences at UNESP, Botucatu Campus, Brazil, from September 2015 to June 2017. It was approved by Ethics Committee for the Use of Animals (CEUA – *Comitê de Ética no Uso de Animais*) under protocol number 0176/2016.

We assessed 40 asymptomatic mixed-breed cats divided in two distinct groups: OBESE – 20 animals whose body condition score (BCS) indicates obesity (BCS of 8 or 9); and CONTROL – 20 animals with adequate scores (BCS of 5). The Obese and Control groups had eight females and twelve males each. The age of the studied animals varied between two and twelve years-old.

During anamnesis, the owners were questioned regarding alimentary habits and we assessed the type and quantity of food offered (commercial pet food, homemade food or both) and the use of pet treats. We also questioned whether the animal plays frequently (with or without owner stimuli) and for how long the animal has been obese.

Another point raised with the owners was whether they worried about the animal being overweight and if they would be willing to subscribe to a weight-loss regimen for the cats, as well as what difficulties they expected if such regimen was instituted.

The determination of the animal's body weight was conducted on digital scales. The animals were positioned on the center of the scales and had their weight measured in kilograms (kg). To determine the Body Condition Score, the cats were observed from dorsal and profile views and palpated. The animals were classified in a scale that goes from 1 to 9 points [15]. We also asked the owners to classify their animals. The study included animals with BCS of 5 for the Control Group and BCS of 8 or 9 for the Obese Group.

The Body Mass Index (BMI) was calculated based on the length of pelvic limb's lower part (from the middle of the kneecap to the dorsal edge of the heel) and the circumference of the rib cage at the 9th rib, both in centimeters (cm). The body fat content, which should be between 15 and 30%, was calculated through the following equation: $[(\text{rib cage}/0.7062) - \text{Limb}/0.9156] - \text{Limb}$ [18].

The Systolic Arterial Blood Pressure (sABP) was assessed through the Oscillometric Doppler method, with the cats positioned in lateral decubitus and using a cuff of adequate size on the middle third of the radius-ulna [19]. Five measurements were taken for each animal and the average values were recorded. Outliers were excluded from the final count.

Blood samples were collected through jugular venipuncture in silicone-coated tubes without blood thinner for lipid, hepatic and renal profiling. The samples were then centrifuged and frozen at -20°C for later analysis at the Clinical Laboratory of the Department of Veterinary Practice, FMVZ, Botucatu, Brazil.

At the end of the study, the levels of creatinine, cholesterol, triglycerides and HDL were assessed through enzymatic colorimetric analysis with a Bioclin[®] kit. Total protein levels and albumin levels were assessed through colorimetric analysis, Biuret and Bromocresol Green respectively, with a Bioclin[®] kit. The levels of urea, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and alkaline phosphatase (ALP) were measured through the kinetic method with a Bioclin[®] kit. All tests were metered in a semi-automatic analyzer (Cobas Mira Plus - Roche[®]). Blood sugar levels were assessed through reagent strips in an Accucheck[®] device.

For statistical analysis, we employed the non-paired t test for parametric data and the Mann-Whitney test for comparing each measurement (Age, sABP, Body Weight, BMI, BCS and laboratory test parameters) between the Obese and Control

groups. Data normality was tested through the Kolmogorov-Smirnov test. Questionnaire analysis was descriptive, describing the percentage of each answer. Significance level was 5%.

RESULTS

All obese animals (n=20) were castrated while only 30% (n=6) of the animals in the Control group were not castrated. The average ages of the Obese and Control groups, in years, were 6.8 ± 3.0 and 4.7 ± 2.4 respectively.

In the assessment of the questionnaires, we noted that all animals (n=40) are dry pet food. Among the obese animals, only 15% (n=3) had the quantity and/or frequency controlled as per manufacturer recommendation. Likewise, only 20% (n=4) of the animals in the Control group had the quantity and/or frequency controlled.

Regarding wet pet food intake and its frequency, among the animals in the Obese group, 20% (n=4) received it daily, 15% (n=3) weekly, 15% (n=3) occasionally and 50% (n=10) did not receive it. In the Control group, 40% (n=8) received it weekly, 10% (n=2) received it occasionally and 50% (n=10) did not receive it.

Regarding the intake of homemade food, in the Obese group, only one owner mentioned giving the cat a little bit of everything eaten daily (5%), three mentioned offering milk, fruit, meat and charcuterie weekly (15%) and four mentioned offering homemade food occasionally (20%). In the Control group, three owners mentioned offering milk and meat occasionally to their cats (15%).

Regarding treats, only 35% (n=7) of the obese cats received treats occasionally while 15% (n=3) of the cats in the Control group received treats daily and another 15% (n=3) received treats weekly.

Among the Obese cats, we observed that 80% (n=16) played without owner stimuli, 15% (n=3) with owner stimuli and 5% (n=1) did not play daily. Among the Control cats, all 20 (100%) played daily, 90% (n=18) without stimuli and 10% (n=2) with stimuli.

Owners of Obese cats were asked how long the animals were in that condition (in months), with an average time of 48.8 ± 32.0 months. No owner knew the answer when asked regarding any factor that may be related with the onset of the condition.

They were also asked whether they considered obesity a health risk for their cats and 80% (n=16) answered they did due to the associated diseases while 20% (n=4) said they did not as their animals had always been that way. In addition, they were asked if they would be willing to subscribe to a weight loss regimen, to which 50% (n=10) said no.

When questioned about the difficulties faced if such a weight loss regimen was implemented, 80% (n=16) mentioned changing alimentary habits, 60% (n=12) mentioned the price of dietary pet food, 50% (n=10) thought the animal would suffer during treatment, 30% (n=6) thought the animal would be hungry during treatment, 20% (n=4) mention the temptation of offering treats, 15% (n=3) said they considered the animal too old for the treatment, 10% (n=2) said the animal would start disliking them due to the treatment and 10% (n=2) said that getting compliance from everyone involved with the animal would be difficult.

In the clinical evaluation, the average body weight (kg) of animals in the Obese and Control groups were 6.1 ± 1.4 and 4.3 ± 0.7 respectively. These values were statistically different from each other ($P < 0.001$) (Table 1).

Regarding the Body Condition Scores, the average score for animals in the Obese group was 8.5 ± 0.5 , while in the Control group the average score was 5.0 ± 0.0 . These

values were also statistically different from each other ($P < 0.001$). According to the assessment conducted by the owners, the average BCS for Obese and Control groups were 8.0 ± 0.8 and 5.2 ± 0.6 respectively.

The average BMI values for cats in the Obese and Control groups were 39.7 ± 11.3 and 25.9 ± 5.1 respectively. Among the Obese cats, 85% ($n=17$) presented BMI values above normal (over 30)¹⁸. The results for the Obese and Control groups were also statistically different from each other ($P < 0.001$).

The Systolic Arterial Blood Pressure was measured during a physical examination and the mean and standard deviation for the Obese and Control groups are recorded on Table 1, being statistically different ($P=0.008$). High blood pressure was observed in 35% ($n=7$) of the animals in the Obese group and 15% ($n=3$) of the animals in the Control group.

The results from the laboratory tests conducted are recorded on Table 2. No significant statistical difference was observed between the groups ($P < 0.05$). The blood sugar levels observed in both groups were within the normal values and no statistical difference was observed between the groups. These values are presented on Table 1.

DISCUSSION

This study addressed different facets of obesity in cats, contributing to a more complete understanding of the clinical characteristics of this common pathology. Due to the scarcity of studies regarding feline obesity in Brazil, the collection of local data gains relevance.

When assessing the age of the studied animals, we observed that 50% ($n=10$) of the animals in the Obese group were between 7 and 11 years-old and other animals were

also close to this range. This is in accordance with the literature, which points towards most afflicted animals being middle-aged [15].

All obese cats were castrated. Castration is associated with physiological and behavioral effects that predisposes the animal to obesity [7] due to a reduction in physical activity and an increase in food intake, with males being more predisposed than females [13, 14].

An evaluation of the dietary profile revealed that most animals included in the study were fed (dry food) *ad libitum*, with only 15% (n=3) of the animals in the Obese group and 20% (n=4) of the animals in the Control group under controlled food intake conditions. The lack of control in the amount of food offered is a known risk factor for obesity in cats [1].

The diet is one of the main risk factors for obesity [1, 7, 9, 11, 21] and this study has shown that some cats, in addition to dry food, also received some homemade food or treats. In addition, most received food *ad libitum* without any kind of calorie intake control. Owners should receive guidance regarding the fact that, when providing any extra food to the animal, the caloric value should be discounted from the amount of pet food to avoid excessive calorie intake.

Most animals from both groups presented some level of physical activity. In the case of cats, it's difficult to estimate how much time is spent in the activity and whether its intensity is enough to establish a balance between energy intake and expenditure. This is a factor that should be considered given that a sedentary lifestyle is a risk factor for obesity [11,13,14,22].

Regarding how long the studied animals had been obese, the average time was 48 months (4 years). However, none of the owners could point the onset of the pathology with any specific fact. As most cats are castrated at a young age, it is possible

that there is some relationship between castration and weight gain. Castration reduces energy expenditure, which may compromise the animal's energetic balance [13].

Most owners were concerned about obesity, but few were willing to subscribe to a weight loss regimen. The main reason pointed was the change of alimentary habits, which corroborates with the literature [7]. The very act of recognizing obesity as a cause for concern is a positive sign, as this has often been pointed as one of the main barriers towards change [10].

Although many owners recognized that their animals were obese, during BCS assessment, scores given by some owners were lower than the one given by the veterinarian. This is in accordance to what was observed in the literature, which points that owners tend to underestimate the animal's BCS and shows difficulty in recognizing the problem [7,10].

This study included animals considered obese and animals with ideal body condition, classified through assessment of BCS and BMI. These are considered practical and reliable ways to assess the nutritional state of cats and dogs [15,18].

All parameters used in the nutritional evaluation of the animals (body weight, BCS and BMI) presented significant statistical differences between the groups ($P < 0.001$), including the measurement of body weight, which is considered a low precision method [23].

The Obese group presented higher sABP values than the Control group, with the average exceeding 150 mmHg. In addition, 35% ($n=7$) of the cats presented high blood pressure. This represents an injury risk to certain organs [20] and, as such, these animals should be monitored and be submitted to weight loss diet to potentially improve these numbers. High blood pressure related to obesity in cats is an area that warrants further studies, as the literature presents conflicting results [24,25].

Blood sugar levels were not different between the groups, which was to be expected as none of the animals included in the study suffered from diabetes mellitus.

None of the biochemical laboratory tests presented statistical differences between the groups. Cholesterol levels on both groups were slightly above the reference values adopted for the species and the other parameters were within these reference values.

Contradicting our expectations, no significant dyslipidemia was observed in the studied animals. On the other hand, other studies observed differences in the levels of cholesterol between obese animals (BCS of 4 or 5) and normal animals. The levels of triglycerides were also high in obese animals, but no statistical difference was observed between the groups [26].

In this study, the Control group also presented slightly increased cholesterol levels in addition to the Obese group and, as such, no statistical difference was observed between the groups. The average triglyceride level in the Obese group was slightly higher than the one in the Control group, but no statistical difference was observed.

Previous studies have assessed biochemical parameters in healthy Persian and mixed-breed cats, observing the following mean and standard deviation values for HDL (mg/dL): 65.65 ± 15.59 for Persian cats and 71.49 ± 23.77 for mixed-breed cats. Reference values for this parameter are yet to be established for cats and are rarely observed in the literature due to differences in the techniques employed for measurement. The values observed in this study were high on both groups (94.6 ± 16.8 for the Obese group and 93.6 ± 17.4 for the Control group), but did not vary between groups.

In humans, obesity is strongly associated with dyslipidemia and controlling body weight appears to be efficient in controlling the condition, resulting in lower LDL (Low

Density Lipoproteins) cholesterol and higher HDL (High Density Lipoproteins) cholesterol levels. Several studies have shown that low HDL represents a risk factor for heart diseases and diabetes mellitus [28]. However, the reference HDL and LDL values for cats are yet to be established in the literature.

Triglycerides are the main component of adipose tissue and high levels together with obesity are associated with atherosclerosis in humans [29]. Similarly, in cats weight gain and resistance to insulin are also associated with alterations in the lipid profile, but this study observed no significant increases in the serum triglyceride levels of obese animals (Table 2). Obese cats also presented high VLDL (Very Low Density Lipoproteins) and triglyceride levels, but the animals did not present high blood pressure or atherosclerosis and, as such, they probably have antiatherogenic mechanisms [30]. This is due to the fact that HDL levels in cats and dogs are higher than LDL, VLDL and chylomicron levels as these species, unlike humans, present a natural prevalence of HDL [31].

CONCLUSIONS

Obesity causes clinical and laboratory alterations in cats and treatment should be implemented early on. It is important to educate owners regarding the risks inherent to this disease and the importance of controlling the animal's diet and physical activities.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank CAPES for financial support.

REFERENCES

- [1] Toll PW, Yamka RM, Schoenherr WD, Hand MS. Obesity. In: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P, Novotny BJ. Small Animal Clinical Nutrition. 5th ed. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute, 2010, p.501-42.
- [2] Clark M and Hoenig M. Metabolic effects of obesity and its interaction with endocrine diseases. Vet Clin Small Anim 2016; 46(5):797-815.
- [3] Bomberg E, Birch L, Endenburg N, German AJ, Neilson J, Seligman H, et al. The Financial Costs, Behaviour and Psychology of Obesity: A One Health Analysis. J Comp Pathol 2017; 156:310-25.
- [4] Diez M and Nguyen P. The epidemiology of canine and feline obesity. Waltham focus 2006; 16(1):2-8.
- [5] Zoran DL. Feline obesity: clinical recognition and management. Comp Cont Educ Vet 2009; 284-93.
- [6] Linder D and Mueller M. Pet obesity management - beyond nutrition. Vet Clin Small Anim 2014; 44:789–806.
- [7] Larsen JA and Villaverde C. Scope of the problem and perception by owners and veterinarians. Vet Clin Small Anim 2016; 46:761-72.
- [8] Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desenvolvimento humano, 5th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. 1113 p.
- [9] German AJ. The growing problem of obesity in dogs and cats. Jour Nutrit 2006; 136:1940-6.

- [10] Colliard L, Paragon BM, Lemuet B, Bénet JJ, Blanchard G. Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. *J Feline Med Surg* 2009; 11:135-40.
- [11] Van De Velde H, Janssens GPJ, De Rooster H, Polis I, Peters I, Ducatelle R, et al. The cat as a model for human obesity: insights into depot-specific inflammation associated with feline obesity. *Br J Nutr* 2013; 110(7):1326-35.
- [12] Laflamme DP. Understanding and managing obesity in dogs and cats. *Vet Clin Small Anim* 2006; 36:1283–95.
- [13] Backus R and Wara A. Development of obesity – mechanisms and physiology. *Vet Clin Small Anim* 2016; 46:773-84.
- [14] Rand JS and Appleton DJ. Feline obesity: causes, consequences and management. Proceedings of the World Small Animal Veterinary Association Sydney, Australia, <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2007/pdf/rand1005.pdf>. (2007, accessed 03 may 2012).
- [15] Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, Klausner JS. Prevalence and risk factors for obesity in adult dogs from private US veterinary practices. *Intern J Appl Res Vet Med* 2005; 4:177-86.
- [16] Weeth LP. Other risks/possible benefits of obesity. *Vet Clin Small Anim* 2016; 46:843-53.
- [17] Muranaka S, Mori N, Hatano Y, Saito TR, Lee P, Kojima M, et al. Obesity induced changes to plasma adiponectin concentration and cholesterol lipoprotein composition profile in cats. *Res Vet Sci* 2011; 91:358-61.

- [18] Hawthorne AJ and Butterwick RF. Predicting the body composition of cats: development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat in cats. *J Vet Intern Med* 2000; 14(3):349-65.
- [19] Grosenbaugh DA and Muir WW. Blood pressure monitoring. *Vet Med* 1998; 12:48-65.
- [20] Brown, SA. Hypertension. Internacional Renal Interest Society, <http://iris-kdney.com/education/hypertension.html>. (2013, accessed January 18th, 2017).
- [21] Hamper B. Current topics in canine and feline obesity. *Vet Clin Small Anim* 2016; 46:785-95.
- [22] Levine ED, Erb HN, Schoenherr B, Houpt KA. Owner's perception of changes in behaviors associated with dieting in fat cats. *J Vet Behav* 2016; 11:37-41.
- [23] Zoran DL. Obesity in Dogs and Cats: A Metabolic and endocrine disorder. *Vet Clin Small Anim* 2010; 40:221-39.
- [24] Champion T. Efeitos da obesidade e do sobrepeso sobre parâmetros cardiovasculares e respiratórios em gatos. Doctorate degree thesis, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Univ Estadual Paulista (UNESP) Jaboticabal, 2011.
- [25] Chandler ML. Impact of Obesity on Cardiopulmonary Disease. *Vet Clin Small Anim* 2016; 46:817-30.
- [26] Mori N, Okada Y, Tsuchida N, Hatano Y, Habara M, Ishikawa S, et al. Preliminary analysis of modified low-density lipoproteins in the serum of healthy and obese dogs and cats. *Front Vet Sci* 2015; 2: article 34.

- [27] Costa AS. Perfil hematológico e bioquímico sérico de gatos domésticos (*Felis catus* – Linnaeus, 1758), da raça Persa e mestiços. Dissertation (Master degree in Agricultural Sciences) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia, 2008.
- [28] Cobbaert C, Mulder PGH, Baadenhuijsen H, Zwang L, Weykamp CW, Demacker PNM. Survey of total error of precipitation and homogeneous HDL-Cholesterol methods and simultaneous evaluation of lyophilized saccharosecontaining candidate reference materials for HDL-Cholesterol. *Clin Chem* 1999; 45(3):360–70.
- [29] Schiavo M, Lunardelli A, Oliveira JR. Influência da dieta na concentração sérica de triglicerídeos. *J Bras Patol Med Laborat* 2003; 39 (4):283-8.
- [30] Hoenig M. The cat as a model for human obesity and diabetes. *J Diabetes Sci Technol* 2012; 6 (3):525-33.
- [31] Mori N, Lee P, Kondo K, Kido T, Saito T, Arai T. Potential use of cholesterol profile to confirm obesity states in dogs. *Vet Res Commun* 2011; 35:223-35.
- [32] Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. Clinical biochemistry of domestic animals. 6th Ed. Academic press. 2008.

Table 1: Clinical parameters in both groups of cats.

Parameters	Groups		P
	Control	Obese	
Age (years)	4.7 ± 2.4 B	6.8 ± 3.0 A	0.018
Weight (Kg)	4.3 ± 0.7 B	6.1 ± 1.4 A	<0.001
BCS owner	5.2 ± 0.6 B	8.0 ± 0.8 A	<0.001
BCS veterinary	5.0 ± 0.0 B	8.5 ± 0.5 A	<0.001
BMI	25.9 ± 5.2 B	39.8 ± 11.3 A	<0.001
sABP (mmHg)	126.4 ± 19.8 B	148.5 ± 29.6 A	0.008
Blood glucose (mg/dL)	111.8 ± 27.7 A	116.6 ± 28.0 A	0.593
Ribcage (cm)	38.0 ± 4.4 B	47.5 ± 7.3 A	<0.001
Calcaneus patella (Limb) (cm)	15.7 ± 1.3 A	16.0 ± 1.4 A	0.462

Means followed by the same letter in the column did not differ statistically from each other by t test (Student) ($P>0.05$)

Table 2: Mean and standard deviation, median and 25 and 75% percentiles of the laboratory tests results of different groups of cats.

Parameters	Groups		P	Reference Ranges ³²
	Control	Obese		
Cholesterol	132.9 ± 35.0	138.8 ± 37.3	0.606	95 – 130
Triglycerides	69.0 [59.0 – 84.5]	87.0 [62.5 – 123.5]	0.239	10-114
AST	42.50 [28.5 – 56.0]	36.5 [26.5 – 45.0]	0.239	26-43
ALT	38.5 [27.0 – 72.0]	25.0 [18.5 – 43.0]	0.064	6-83
ALP	21.5 [11.0 – 38.5]	21.5 [15.5 – 42.0]	0.588	25-93
HDL	93.6 ± 17.4	94.6 ± 16.8	0.868	
Albumin	2.8 [2.6 – 3.0]	2.7 [2.5 – 2.9]	0.334	2.1-3.3
Total protein	7.55 [6.90 – 8.10]	7.25 [7.05 – 7.70]	0.616	5.4-7.8
Urea	53.9 ± 10.0	51.9 ± 8.2	0.572	42.8 – 64.2
Cretinine	1.10 ± 0.23	1.02 ± 0.34	0.447	0.8 – 1.8

There was no statistically difference between groups Obese and Control (P>0.05).

Seção 3

Trabalho a ser enviado para *Journal of Veterinary Cardiology*

Obesity effect on ecocardiography measures and VHS in cats

Fúlvia Bueno de Souza ^{a*}, Danilo Velazquez Golino ^b, Shayra Peruch Bonatelli ^c,
 Maria Jaqueline Mamprim ^d, Júlio Cesar de Carvalho Balieiro ^e, Alessandra Melchert ^f,
 Maria Lúcia Gomes Lourenço ^f

^a Fellow Master degree, Postgraduate Program in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^b Graduate Student, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^c Fellow Doctorate degree, Postgraduate Program in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^d PhD, Department of Radiology and Animal Reproduction, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^e PhD, Department of Nutrition and Animal Production, Univ São Paulo (USP) Pirassununga, 13635-900, São Paulo, Brazil.

^f PhD, Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP) Botucatu, 18618-970 São Paulo, Brazil.

^{a,b,e} Address: Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Junior, s/n, 18618-970 – Botucatu, SP, Brasil.

^{c,d} Address: Departamento of Radiology and Animal Reproduction, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Univ Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Junior, s/n, 18618-970 – Botucatu, SP, Brasil.

* Corresponding author: ful.bueno@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Body weight has a significant influence over echocardiographic parameters in non-obese cats with an established allometric relationship between weight and echocardiographic dimensions for the species. However, the full impact of obesity over the heart measurements is unknown.

Goals: Assess the impact of obesity over echocardiographic dimensions in adult obese cats.

Animals: 40 mixed-breed cats divided in two groups: Obese (n=20) and Control (n=20).

Methods: We conducted echocardiographic measurements and thorax radiography in both obese and non-obese cats, establishing a relationship between the obtained data and Body Condition Score (BCS), Body Mass Index (BMI) and Vertebral Heart Size (VHS).

Results: Obese cats presented higher VHS values across the several measurements conducted in comparison with normal cats, but only the difference in left ventricular free wall in diastole (LVFWd) measurement was statistically significant. We established a positive relationship between body weight, left ventricular internal diameter in diastole (LVIDd) and left ventricular free wall in diastole (LVFWd). Other positive relationships established include BMI with the diameter of the aorta (Ao), BCS with LVFWd, VHS with the left atrium (LA) and the left atrial to aortic root diameter ratio (LA:Ao) with LVIDd.

Conclusions and Relevance: Obesity promote an increase in echocardiographic and radiographic heart measurements in cats. Further studies are needed to better assess the effects of obesity on the species' cardiovascular system and reassess the parameters related to body weight and condition.

Keywords: obesity, thorax radiography, heart silhouette, Doppler echocardiography, feline.

70 **ABBREVIATIONS LIST**

71

72	Ao	Aorta
73	BCS	Body Condition Score
74	BMI	Body Mass Index
75	Cm	Centimeters
76	FS%	Fractional shortening
77	IVSd	Interventricular septum diástole
78	IVSs	Interventricular septum systole
79	Kg	Kilogram
80	LA	Left atrial-to-aortic root diameter ratio
81	LA:Ao	Left atrium
82	LVFWd	Left ventricular free wall diastole
83	LVFWs	Left ventricular free wall systole
84	LVIDd	Left ventricular internal diameter diastole
85	LVIDs	Left ventricular internal diameter systole
86	Mm	Milimeters
87	PLVEd	Espessura da parede livre do ventrículo esquerdo na diástole
88	PLVEs	Espessura da parede livre do ventrículo esquerdo na sístole
89	VHS	Vertebral Heart Size

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

INTRODUCTION

Obesity is considered the most prevalent form of pet malnutrition in the western hemisphere [1], becoming increasingly more common in developing countries [2].

The incidence of obesity in cats during the 1970s exceeded the 20% depending on the epidemiological site [3], usually varying between 15 and 35% [4].

The causes for obesity in pets and humans alike are multifactorial. It is the result of an imbalance between energy intake and expenditure; either excessive intake or inadequate expenditure may lead to a positive energy balance [1].

The most commonly applicable diagnostic method for obesity is the determination of the animal's Body Condition Score (BCS). Five-point and nine-point scales may be used as long as the same system is used in all cases [5].

Assessing the Body Mass Index (BMI) is simple and the parameter is easily employed, indicating the relationship between weight in kilograms and body surface in square meters. The importance of the BMI in cases of obesity lies in its curvilinear relationship with mortality. That is to say, as the BMI increases, so does the risk of diseases associated to obesity [6].

In humans, obesity is associated with increased blood pressure rates, coronary heart disease and right ventricle hypertrophy, all of which are important causes of heart failures. The potential effects of obesity on the cardiovascular system of cats and dogs include increased heart rate; high blood pressure; increased thickness of the left ventricular free wall during diastole and systole; increased angiotensinogen levels; increased activity in the SRAA gene; increased sodium

entrapment due to the action of aldosterone; increase in aldosterone-mediated inflammation, fibrosis and oxidative stress; and increased cardiac remodeling [7].

Obese cats are occasionally taken to consult with cardiologists due to a noticeable heart enlargement in radiographs. These animals present a slight increase in the heart silhouette measurements due to the presence of pericardial fat. In some cases, the fat creates a double density effect on the heart silhouette, but others require the use of echocardiography to differentiate between fat tissue and the myocardium. Some cats with a lot of substernal fat also presented tracheal elevation. However, in echocardiography images, these animals presented normal wall thickness, chamber dimensions and contractility. The main difference observed are increased precordial dimensions due to the accumulation of substernal and subcutaneous fat.

Body weight has a clinically significant effect over the echocardiographic measurements in cats according to a study conducted with 19,866 cats. All echocardiographic measurements except for fractional shortening increased with body weight, revealing an allometric relationship¹ between body weight and echocardiographic parameters. However, a limitation noted in this study was the exclusion of the body condition score as a parameter, preventing an analysis of the effects of obesity over heart measurements.

This study aims at investigating the effects of obesity over echocardiographic parameters in cats.

ANIMALS, MATERIALS AND METHODS

¹Relationship between two variables in which there is a linear relationship between their logarithms.

Animals

This study was conducted at the Veterinary Hospital maintained by the College of Veterinary Medicine and Animal Sciences at UNESP, Botucatu Campus, Brazil, from September 2015 to June 2017. It was approved by Ethics Committee for the Use of Animals (CEUA – *Comitê de Ética no Uso de Animais*) under protocol number 0176/2016.

We assessed 40 mixed-breed cats without the use of sedatives or tranquilizers and divided them in two groups: Obese (n=20) and Control (n=20). Body weight was determined with digital scales. The animals were positioned on the center of the scales and had their weight measured in kilograms (kg). To determine the Body Condition Score, the cats were observed from dorsal and profile views and palpated. The animals were classified in a scale that goes from 1 to 9 points [10]. The study included animals with BCS of 5 for the Control Group and BCS of 8 or 9 for the Obese Group.

The Body Mass Index (BMI) was calculated based on the length of pelvic limb's lower part (from the middle of the kneecap to the dorsal edge of the heel) and the circumference of the rib cage at the 9th rib, both in centimeters (cm). The body fat content, which should be between 15 and 30%, was calculated through the following equation: $[(\text{rib cage}/0.7062) - (\text{Limb}/0.9156)] - \text{Limb}$ [11].

Radiographic Examination

Chest radiographs were taken immediately after echocardiography in two views (lateral and ventrodorsal). The animals were contained manually and without sedatives, positioned in lateral decubitus with the thoracic limbs extended in order to avoid overlapping and keep the thoracic cavity symmetric. The examination was

conducted using a Fixed X-Ray Unit DR-R (GE, Beijing, China) with a 150kVp/500mA high frequency generator. The animals' heads were extended slightly to avoid tracheal dislocation.

The Vertebral Heart Size (VHS) was determined by the sum of the apex-base length with the maximum craniocaudal width of the heart, measured perpendicularly to each other, in comparison with the length of the vertebral bodies from the cranial side of the fourth thoracic vertebra (Figure 1). The values were expressed in vertebral units (v) [12]. The technique employed was defined by the technician conducting the examination as it depended on the body size and state of the animals, starting from 65 Kv and 4.0 mAs for the lateral projection.

The amount of subcutaneous fat was measured, in ventrodorsal projection, at the level of the sixth rib on the left side of each animal's thorax using a software for viewing and editing digital radiographic images (Synape). The values were expressed in millimeters (mm) (Figure 2).

Echocardiographic Examination

The animals underwent echocardiographic examination in an ultrasound device with Doppler function and multifrequency sectorial transducer (5 – 8 MHz) in 2D mode (Mylab™ Alpha, Esaote®, Genoa, Italy). The animals were positioned in left and right lateral decubitus, restrained manually on the examination table without sedatives. The left and right thoracic regions were shaved and gel was applied to improve the conduction of ultrasound waves.

The echocardiographic examinations were conducted in bidimensional mode (mode B) and unidimensional mode (mode M). The images were obtained through the right parasternal window (long axis – exit from the left ventricle; short axis – level

of the papillary and aortic muscles). The images were initially obtained in mode B (long axis) for the analysis of the anatomical relationships, contractility, valve morphofunctional aspects and regurgitations.

The mode M measurements were taken along the short axis at the level of the tendinous chords, including left ventricular internal diameter in diastole (LVIDd) and in systole (LVIDs), left ventricular free wall width in diastole (LVFWd) and in systole (LVFWs), interventricular septum in diastole (IVSd) and systole (IVSs). We also measured the fractional shortening of the left ventricle (FS%); the left atrium (LA) and aorta (Ao) diameters in diastole; and the left atrial-to aortic root diameter ration (LA:Ao) at the right parasternal window, short axis at the level of the aorta [13].

Statistical Analysis

We conducted a descriptive statistical analysis for each of the variables studied, including mean, standard deviation and median. The normality test chosen was the Kolmogorov-Smirnov test. To verify the differences between the obese and control groups regarding the clinical (BCS, BMI, Body Weight and VHS) and echocardiographic (LVIDd, LVIDs, LVFWd, LVFWs, IVSd, IVSs, FS%, LA, Ao and LA:Ao), we employed the t test.

To assess the echocardiographic variables according to the comparison groups (Control versus Obese), we adopted a Completely Randomized Design (CRD) according to the model specified below.

$$Y_{ij} = \mu + G_i + e_{ij}$$

in which,

Y_{ij} = value observed for the variable in question (related to the echocardiographic parameter) for animal j in group i;

μ = constant inherent to all observations (mean);

G_i = effect of comparison group i , in which $i=1$ (Control) or 2 (Obese);

e_{ij} = experimental error associated to animal j and group i , supposed NIID ($0, \sigma_e^2$).

To assess the behavior of the echocardiographic variables as functions of Weight, BCS, BMI and Age, we employed regression analyses to identify possible functional relationships between the groups and these variables. To choose the most adequate model, we employed the results of the analysis of variance for regression, the significance of the regression coefficient and the increment in the multiple coefficient of determination (R^2).

All analyses were conducted with software *Statistical Analysis System*, version 9.4 [14], through the procedure PROC MIXED.

The results were considered significant when p was lower than 5% ($p < 0,05$).

RESULTS

Weight, Body Condition Score and Body Mass Index

Among the animals included in the study, 20 cats presented obese body conditions (BCS = 8 or 9) and 20 presented adequate scores (BCS = 5) (Control). Both groups had eight females and 12 males.

The age of the animals in the studied varied between two and twelve years-old. The average age of the animals in the Obese and Control groups being 6.8 ± 3.0 and 4.7 ± 2.4 years-old respectively, revealing a statistical difference ($p=0.018$). All obese animals ($n=20$) had been castrated, while 30% of the Control group ($n=6$) had not been castrated.

In the clinical evaluation, the average body weight (Kg) of the cats in the Obese and Control groups were 6.1 ± 1.4 and 4.3 ± 0.7 respectively. These values are statistically different from each other ($P < 0.001$). The average BCS was 8.5 ± 0.5 in the Obese group and 5.0 ± 0.0 in the Control group, also showing statistical difference ($P < 0.001$). The average BMI values for animals in the Obese and Control groups were 39.7 ± 11.3 and 25.9 ± 5.1 respectively. Of the obese cats assessed, 85.0% ($n=17$) presented BMI values above normal (above 30) [11]. The values were also statistically different between the groups ($P < 0.001$). The weight, BCS and BMI data for the study groups is shown on Table 1.

Radiographic Examination

Regarding the chest radiographic examination, animals in the Obese group presented average VHS measurements (Figure 1) of 8.1 ± 0.6 , which are higher than the average measurements of the Control Group (7.8 ± 0.4). This difference, however, is not statistically significant ($P < 0.05$). We also measured, in millimeters, the thickness of each animal's subcutaneous fat layer (Figure 2). The Obese group presented average values of 32.2 ± 16.5 , while the average for the Control group was 13.6 ± 3.4 , revealing a statistical difference between the groups ($P < 0.001$).

Echocardiographic Examination

The results from the echocardiographic examinations are presented on Table 2. The LVFWd measurements for both groups were statistically different and significantly higher in the Obese group (Table 2). For the remaining parameters assessed, except for IVSd, the average values for the Obese group were higher than the ones for the Control group, although without significant statistical difference.

The tests employed to verify a possible correlation between the echocardiographic parameters, BMI, BCS and Weight have shown that there was a positive relationship between LVFWd, Weight and BCS; Ao, Weight and BMI; LA and Weight; LVIDd and Weight. There was also a quadratic relationship between LA:Ao and Weight. In addition, the relationship between LVFWd and BMI, although not considered significant by this study, presented P values slightly above 0.05.

The statistically significant relationships are presented on Figure 3.

DISCUSSION

The consequences of obesity in domestic cats have been widely mentioned in the literature, but rarely have been studied. Obesity predisposes cats to cardiovascular and respiratory alterations, diabetes mellitus, high blood pressure, osteoarticular injuries, hepatic lipidosis, immunosuppression, reproductive disorders, anesthetic and surgery complications, dyslipidemia, incontinence and urinary tract stones, in addition to complicating the execution of exploratory techniques such as auscultation, palpation and radiography [1,10,15].

When assessing the age of the studied animals, we observed that 50% (n=10) of the animals in the Obese group were between 7 and 11 years-old and other animals were also close to this range. This is in accordance with the literature, which points towards most afflicted animals being middle-aged [10].

During the nutritional assessment of patients, the measurement of Body Weight is considered a low precision method to classify malnutrition/obesity [16]. The use of BCS and BMI as parameters allow the detection of obesity with more precision [10,11]. A study establishing the relationship between echocardiographic parameters

and body weight in a large number of cats, was limited by not assessing the animal's nutritional state more precisely. The authors assessed only body weight to verify the influence of body size over the cardiac dimensions, which did not allow determining the influence of obesity over these parameters [9].

This study included animals considered obese and animals in ideal body condition, determined through the assessment of BCS and BMI. These are considered practical, easy-to-use and reliable methods to assess the nutritional state of cats and dogs [10,11].

Similarly, this study has shown a correlation of body weight with some echocardiographic measurements. However, the other parameters employed in the nutritional assessment of the animals (BCS and BMI) were also correlated to the measurements in addition to a statistically significant difference between the Obese and Control groups ($P < 0.001$). These findings highlight the importance of an adequate nutritional assessment to verify the real impact of obesity on the cardiovascular system.

In the chest radiographs, animals in the Obese group presented higher VHS values than animals in the Control group, despite the absence of statistical difference ($P > 0.05$); However, other studies noted no increase in the VHS of obese cats [8].

The average measurements for the Obese group was above the reference values for the species (7.5 ± 0.3) [17]. On the other hand, the Control group presented normal values. This may be explained by the fact that obese cats have excess pericardial fat, which causes the cardiac silhouette to appear larger than it is, obscuring the cranial margin of the heart and complicating the identification of the real cardiac silhouette. The accumulation of subcutaneous fat lowers the quality of

the radiographic images and also contributes to an overestimation of the heart size [12].

Visually, some animals presented an apparent augmentation of the cardiac silhouette, which has been previously described in the literature for overweight animals. It is important to stress that this augmented silhouette may be the result of an accumulation of pericardial fat. In the absence of double radiopacity in the radiographic image, only an echocardiogram can confirm the alteration [8], highlighting the importance of this examination. We also measured the amount of subcutaneous fat in the chest area, with the Obese group presenting values significantly higher than the Control group ($P < 0.001$).

The cardiovascular system is one of the most affected by the consequences of obesity and such effects have already been established in humans. Studies have shown a positive relationship between the body weight of cats and the cardiac measurements obtained in echocardiography [9]. Other studies have also shown an increase in some morphometric parameters during the echocardiographic examination of obese cats, corroborating with the findings of this study [18].

Another study assessed the echocardiographic measurements of 10 obese cats, but did not observe alterations in the thickness of the left ventricular free wall, either in systole or diastole when compared to normal cats. These results diverge from the ones observed in this study, since the LVFWd measurements were higher in Obese cats [8].

The implications of obesity on the feline cardiovascular system through echocardiographic assessment are yet to be fully established and studies regarding the subject are scarce. Correlating the echocardiographic measurements of cats with their body weight, we determined that practically all measurements conducted during

the examination, except for Fractional Shortening, increased with the animal's body weight [9].

The measurements of obese animals in this study, despite not being statistically different ($P < 0.05$) and being within the normality parameters for the species [13], were above the average values of the Control group for all echocardiographic measurements except for IVSd. Only the LVFWd measurement presented a significant increase in the Obese group. Similarly, in another study, the LVFWd values were also significantly increased, in addition to the IVSd values, leading to the conclusion that obesity may be associated with cardiac remodelling [18].

Results published previously have shown that body weight has a clinically relevant impact over most of the standard echocardiographic measurements in cats, indicating that a fixed reference interval may not be adequate for the species [9]. This study also reached similar results, showing a positive relationship of some echocardiographic measurements (LA, Ao, LVIDd, LVFWd and LA:Ao) with body weight.

Other measurements have also shown a positive relationship with the animal's parameters: positive relationship between BCS and LVFWd; and positive relationship between BMI and Ao. However, further studies with more animals are warranted to establish a relationship between the natural oscillation of these parameters and the variation of echocardiographic parameters in cats.

The values normally employed as reference parameters in clinical routine [13] do not include variations between breeds, sizes or nutritional state. However, it has been shown that body weight influences echocardiographic measurements [9]. Therefore, we question if such parameters should not be established according to

BCS and BMI given the relationship this study has shown between these parameters and cardiac measurements.

In addition, the most common way to study the cardiovascular system in veterinary medicine is to assess a population of presumably normal individuals and calculating a reference interval based in the standard deviation of the mean values for this population [9]. This concept opens doors for further studies aiming to establish a relationship between obesity and echocardiographic measurements since this study is only the starting point for deeper research on the matter.

One of the limiting factors for this study was the low number of animals included. Larger studies are needed to prove that obesity really promotes alterations in the cardiovascular function of cats. In addition, the use of regression analysis and/or allometric relationship could have been useful for the inclusion of prediction intervals in the study [9]. The variation coefficient (analysis of the echocardiographic measurements by two or more reviewers) is also an important tool that would have added credibility to the study.

CONCLUSIONS

Obesity has been shown to influence the cardiac function in cats since the values for some echocardiographic parameters presented differences when compared to those of normal cats. In addition, a positive relationship was observed between weight, BCS, BMI and some cardiac dimensions. Further studies are needed to evaluate precise methods to describe the association between body weight and cardiac dimensions in cats, as well as establish an adequate relationship

between the accumulation of fat and echocardiographic parameters considering the nutritional state of the animals.

REFERENCES

- [1] Toll PW, Yamka RM, Schoenherr WD, Hand MS. Obesity. In: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P, Novotny BJ. Small Animal Clinical Nutrition. 5th ed. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute; 2010, p. 501-42.
- [2] Clark M and Hoenig M. Metabolic effects of obesity and its interaction with endocrine diseases. Vet Clin Small Anim 2016; 46(5): 797-815.
- [3] Diez M and Nguyen P. The epidemiology of canine and feline obesity. Waltham focus 2006; 16(1): 2-8.
- [4] Zoran DL. Feline obesity: clinical recognition and management. Comp Cont Educ Vet 2009; 284-293.
- [5] Linder D and Mueller M. Pet obesity management - beyond nutrition. Vet Clin Small Anim 2014; 44: 789 – 806.
- [6] Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desenvolvimento humano, 5th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. 1113 p.
- [7] Chandler ML. Impact of Obesity on Cardiopulmonary Disease. Vet Clin Small Anim 2016; 46: 817-30.
- [8] Litster AL and Buchanan JW. Radiographic and echocardiographic measurement of the heart in obese cats. Vet Radiol Ultrasound 2000; 41(4): 320-5.
- [9] Häggström J, Andersson AO, Falk T, Nilsfors L, Olsson U, Kresken JG, Höglund K, Rishniw M, Tidholm A, Ljungvall I. Effect of body weight on echocardiographic

420 measurements in 19,866 pure-bred cats with or without heart disease. J Vet Intern
421 Med 2016; 30: 1601-11.

422 [10] Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, Klausner JS. Prevalence and risk factors for
423 obesity in adult dogs from private US veterinary practices. Intern J Appl Res Vet Med
424 2005; 4: 177-86.

425 [11] Hawthorne AJ and Butterwick RF. Predicting the body composition of cats:
426 development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat in
427 cats. J Vet Intern Med 2000; 14(3): 349-65.

428 [12] Coté E, Macdonald KA, Meurs KM, Sleeper MM. Feline Cardiology, 1st Ed.
429 Chichester: John Wiley & Sons., 2011.

430 [13] Boon JA. Manual of veterinary echocardiography, 2nd Ed. Baltimore: Wiley-
431 Blackwell, 2011. 632p.

432 [14] SAS Institute Inc. SAS/STAT 9.4. User's guide. SAS Publishing, Cary, 2005.

433 [15] Weeth LP. Other risks/possible benefits of obesity. Vet Clin Small Anim 2016; 46:
434 843-53.

435 [16] Zoran DL. Obesity in Dogs and Cats: A Metabolic and endocrine disorder. Vet
436 Clin Small Anim 2010; 40: 221-39.

437 [17] Litster AL and Buchanan JW. Measurement of the normal feline cardiac
438 silhouette on thoracic radiographs. J Am Vet Med Assoc 2000; 216 (2): 210-4.

439 [18] Champion T. Efeitos da obesidade e do sobrepeso sobre parâmetros
440 cardiovasculares e respiratórios em gatos. Doctorate degree thesis, Faculdade de
441 Ciências Agrárias e Veterinárias – Univ Estadual Paulista (UNESP) Jaboticabal,
442 2011.

443

444

445

Table 1 – Clinical parameters in both different groups of cats

Parameters	Groups		P
	Control	Obese	
Weight (Kg)	4.3 ± 0.7	6.1 ± 1.4	<0.001
BCS	5.0 ± 0.0	8.5 ± 0.5	<0.001
BMI	25.9 ± 5.1	39.7 ± 11.3	<0.001
VHS	7.8 ± 0.4	8.1 ± 0.6	0.158
Subcutaneous fat (mm)	13.6 ± 3.4	32.2 ± 16.5	<0.001

T test; significance level p <0,05; BCS: body condition score; BMI: body index mass; VHS: vertebral heart size

468 Table 2 – Echocardiographic parameters and their distribution in different groups of
 469 cats
 470
 471

Parameters	Groups		CI 95%		P	Reference*
	Obese	Control	Obese	Control		
Ao (cm)	0.86 ± 0.15	0.83 ± 0.13	0.79 – 0.93	0.77 – 0.90	0.500	0.60 – 1.20
LA (cm)	0.92 ± 0.12	0.86 ± 0.12	0.86 – 0.97	0.80 - 0.92	0.157	0.70 – 1.70
LA/Ao	1.06 ± 0.14	1.03 ± 0.11	1.00 – 1.13	0.97- 1.08	0.379	0.80 – 1.79
LVIDd (cm)	1.38 ± 0.24	1.28 ± 0.31	1.13 – 1.44	1.27 – 1.50	0.256	1.08 - 2.14
LVIDs (cm)	0.65 ± 0.24	0.63 ± 0.30	0.48 – 0.77	0.54 – 0.76	0.776	0.4 – 1.12
IVSd (cm)	0.49 ± 0.13	0.51 ± 0.10	0.43 – 0.55	0.46 – 0.57	0.570	0.30 - 0.60
IVSs (cm)	0.84 ± 0.20	0.83 ± 0.15	0.74 – 0.93	0.75 – 0.90	0.888	0.40 - 0.90
LVFWd (cm)	0.46 ± 0.18	0.33 ± 0.15	0.39 – 0.56	0.26 – 0.40	0.014	0.25 – 0.60
LVFWs (cm)	0.71 ± 0.17	0.64 ± 0.13	0.62 – 0.78	0.57 – 0.70	0.229	0.43 - 0.98
FS (%)	53.84 ± 10.26	52.17 ± 12.78	45.82 – 58.53	49.04 – 58.64	0.660	40 - 67
Weight (Kg)	6.1 ± 1.4	4.3 ± 0.7	5.45 – 6.78	3.97 – 4.65	<0.001	

472 T test; significance level p <0.05; Ao:aorta; LA: left atrium; LA/Ao: left atrial-to-aortic root diameter ratio; LVIDd: left ventricular
 473 internal diameter diastole; LVIDs: left ventricular internal diameter systole; IVSd: interventricular septum diastole; IVSs:
 474 interventricular septum systole; LVFWd: left ventricular free wall diastole; LVFWs: left ventricular free wall systole; FS: fractional
 475 shortening. *Boon (2011).

476

477

478

479

480

481

482

483

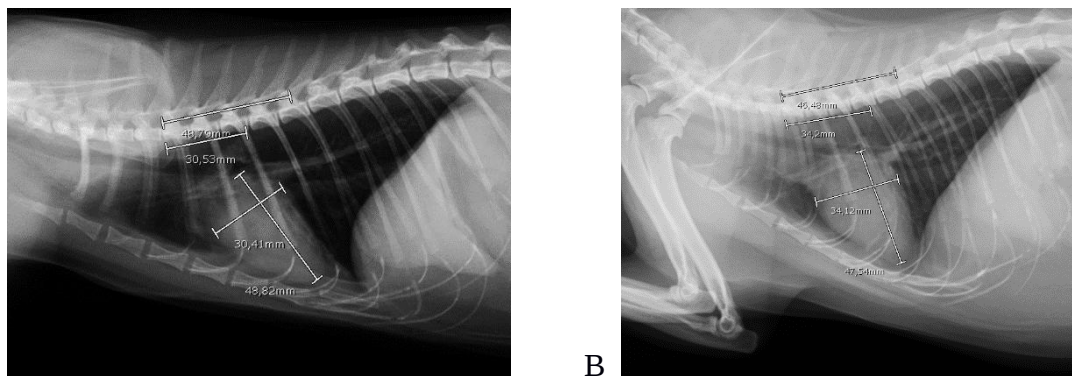


Figure 1 – Determination of cats' cardiac size according to VHS (vertebral heart size) method.

A: Control group; B: Obese group.

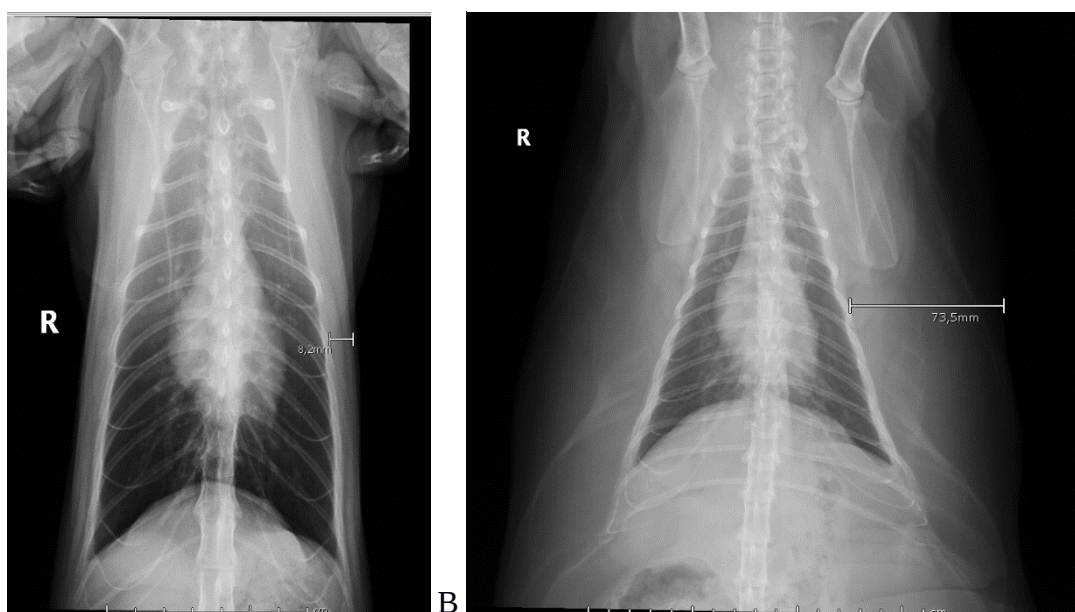
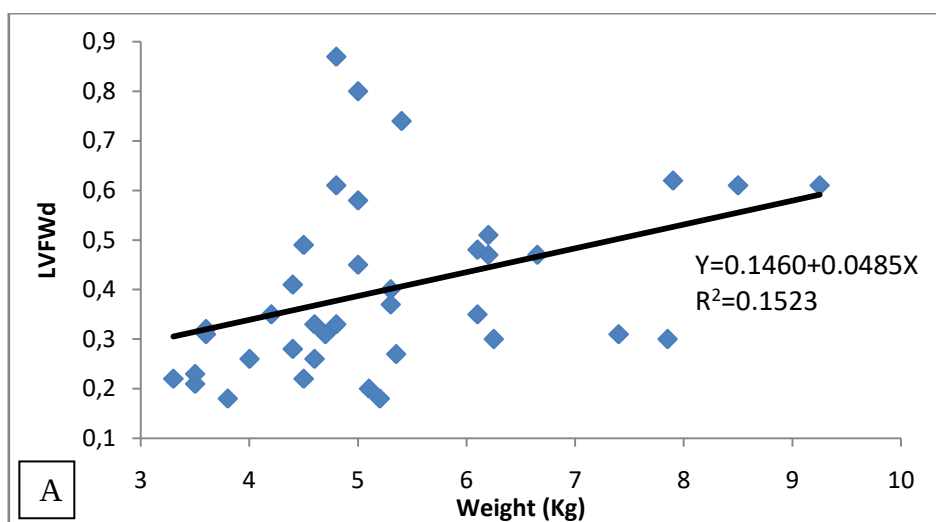
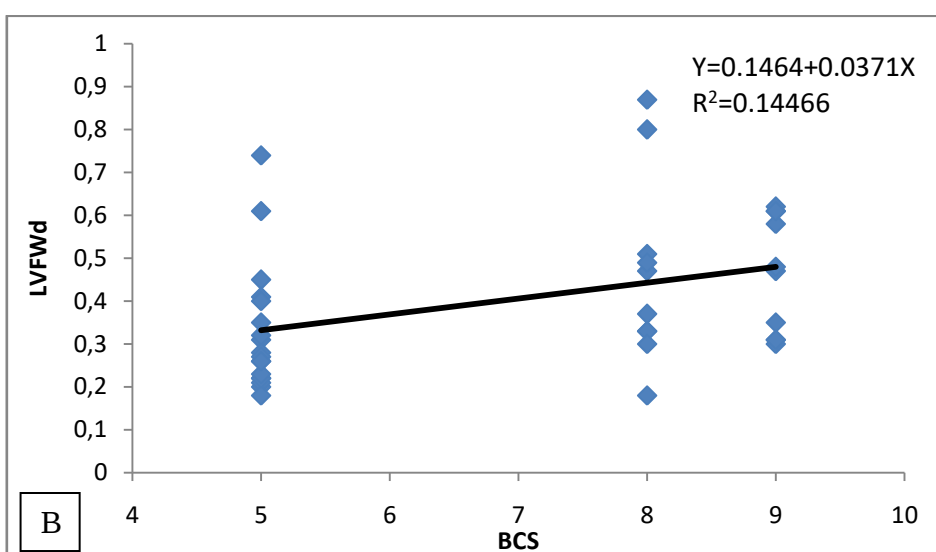


Figure 2 – Subcutaneous fat measurement on radiographic examination in a cat of Control group (A) and Obese group (B).

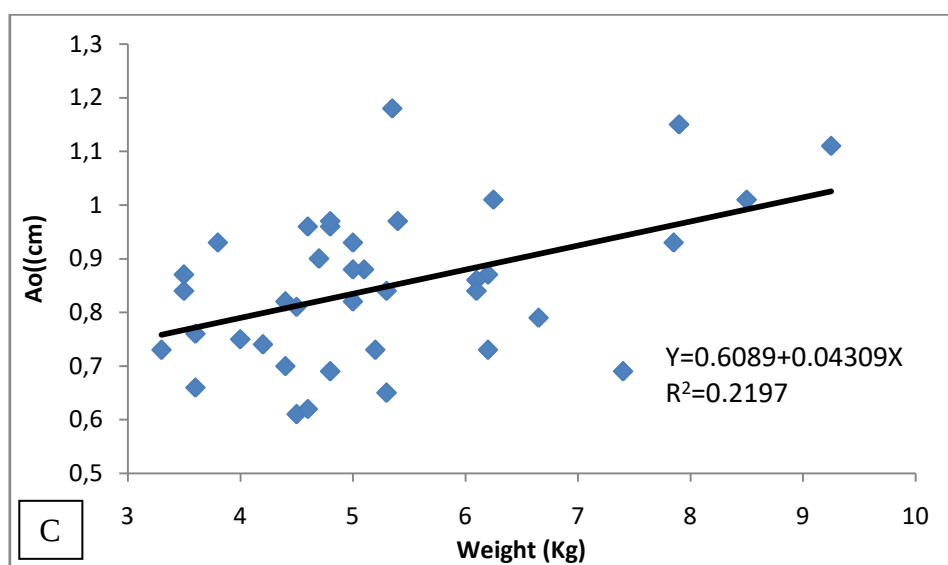
499

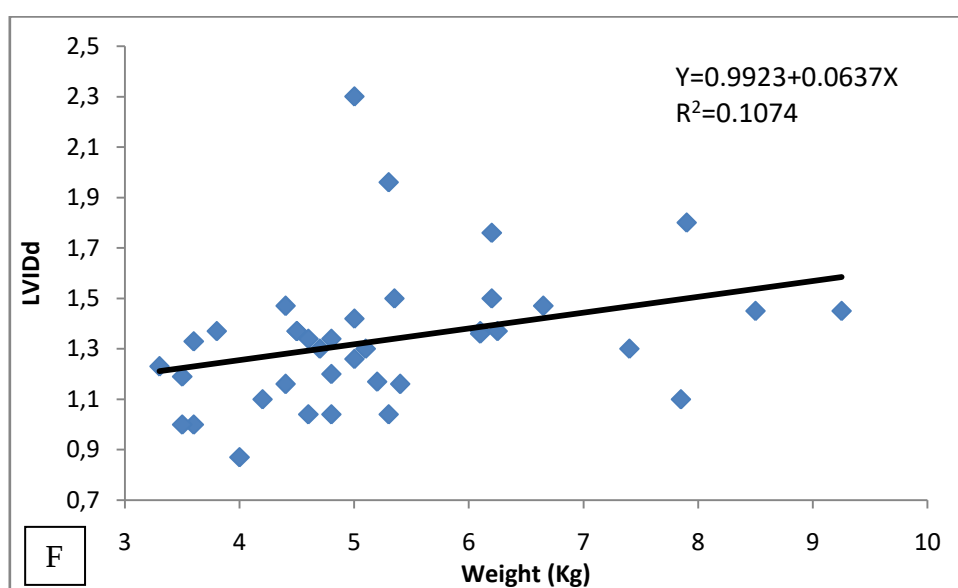
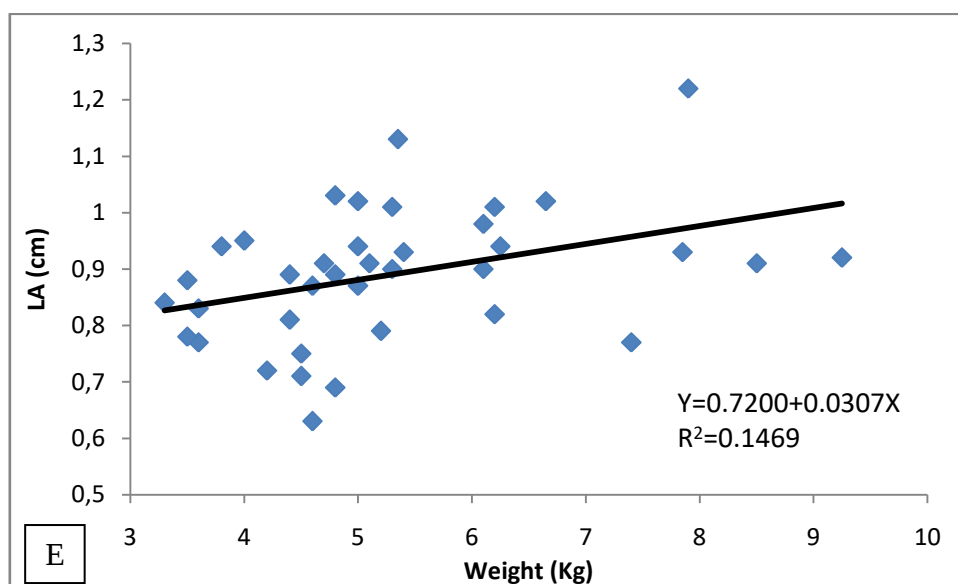
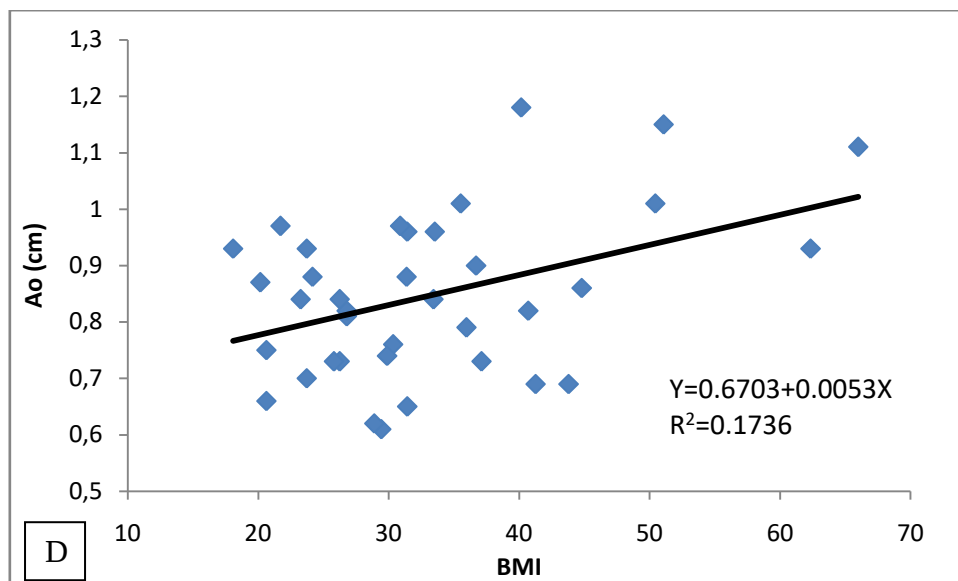


500



501





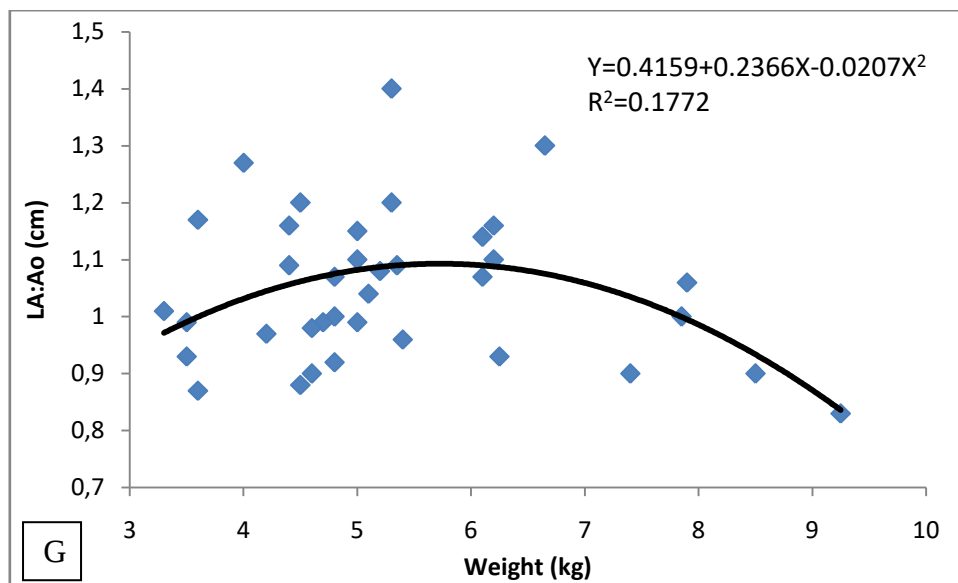


Figure 3 (A-G) – Correlation graphics of echocardiographic measurements and clinical parameters (weight, BMI and BCS) ($P<0.05$).

CAPÍTULO III

DISCUSSÃO GERAL

Em nosso estudo foi observado que a obesidade promoveu efeitos deletérios sobre os gatos, como por exemplo o aumento nos valores de IMC, o aumento cardíaco observado através da mensuração do VHS e medidas ecocardiográficas, o aumento da PAS, e também alterações dos parâmetros renais. No entanto, efeitos esperados em animais obesos como dislipidemias não foram observados, uma vez que não foram constatadas diferenças entre os resultados de exames laboratoriais de animais dos grupos Obeso e Controle.

A média idade dos gatos obesos do estudo estava de acordo com o relatado na literatura a faixa etária mais acometida (LUND et al, 2005). Todos os gatos obesos eram castrados, e a castração já foi relatada como sendo um fator predisponente para desenvolvimento da obesidade (LARSEN; VILLAVARDE, 2016).

A ausência de controle alimentar (alimentação *ad libitum*) é um dos principais fatores de risco para obesidade em gatos (TOLL et al 2010), assim como a dieta de forma geral também (GERMAN 2006; LARSEN; VILLAVARDE, 2016), e os animais do presente estudo em sua maioria não tinham sua alimentação calculada ou controlada de nenhuma maneira, e além disso algumas vezes ainda recebiam petiscos e outros tipos de alimento.

O sedentarismo também é considerado um fator de risco para obesidade em gatos, e apesar do relato dos proprietários de que seus animais praticam atividade física durante o dia, é difícil estimar se sua intensidade é o suficiente para o animal se manter em equilíbrio energético (VAN DE VELDE, 2016).

Nós obtivemos resultados interessantes no trabalho a respeito do posicionamento dos proprietários, que apesar de se mostrarem preocupados com a obesidade e suas potenciais consequências aos seus animais, poucos se mostraram dispostos a implementar um programa de redução de peso para o seu animal, relatando como principal dificuldade a mudança dos hábitos alimentares, entre outros, o que já foi relatado na literatura anteriormente (LARSEN; VILLAVARDE, 2016).

Todos os parâmetros para avaliação nutricional dos animais (peso corporal, ECC e IMC) apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos Obeso e Controle, o que reforça a importância da aplicação de todos esses parâmetros na avaliação clínica de gatos para classificação e

acompanhamento desses animais. Alguns proprietários também subestimam a condição corporal de seus animais (COLLIARD, 2009; LARSEN E VILAVERDE), o que ressalta a importância da orientação do médico veterinário sobre este problema cada vez mais freqüente na atualidade.

O aumento da pressão arterial é considerado por alguns autores que encontraram diferenças em seus estudos, consequência importante da obesidade em gatos (KIL; SWANSON, 2010; CHAMPION, 2011). A hipertensão pode levar a consequências deletérias, principalmente em rins, coração, olhos e sistema nervoso central, considerados “órgãos alvo” (BROWN et al, 2007).

A mensuração da PAS foi uma das variáveis avaliadas no presente estudo que obteve valores significativamente diferentes entre os grupos Obeso e Controle, portanto é um importante parâmetro que precisa ser avaliado em gatos obesos. Porém, estudos com maior número de animais e de diferentes graus de obesidade, ainda são necessários para esclarecer dúvidas sobre sua relação com o acúmulo de gordura.

As consequências da obesidade em gatos sobre o sistema cardiovascular são freqüentemente citadas na literatura, principalmente por já ter uma relação estabelecida no homem, no entanto ainda são pouco investigadas. Visualmente alguns animais apresentaram aumento da silhueta cardíaca, o que já foi descrito anteriormente em animais acima do peso ideal. Esse aumento pode ser apenas resultado do acúmulo de gordura pericárdica, e, caso não seja observada uma dupla radiopacidade na radiografia, a ecocardiografia confirmará essa alteração (LITSTER; BUCHANAN, 2000).

Existem estudos que já correlacionaram o peso corporal dos animais com as medidas ecocardiográficas (HÄGGSTRÖM et al, 2016), no entanto as consequências disso sobre a saúde do animal não estão bem estabelecidas. Em nosso estudo também foi encontrado a elevação de alguns parâmetros ecocardiográficos quando comparados os grupos Obeso e Controle, mas ainda são necessários mais estudos com maior número de animais para melhor esclarecimento sobre o assunto.

O presente estudo revelou que gatos obesos apresentam aumento do IR em comparação a gatos normais, apesar das dosagens inalteradas de uréia e creatinina séricas. Existem diversos artigos publicados sobre o assunto

(CARVALHO; CHAMMAS, 2011; NOVELLAS et al, 2007; MITCHELL et al, 1998), no entanto este é o primeiro estudo a ter demonstrado um efeito estatisticamente significativo da obesidade (peso corporal e IMC se correlacionaram positivamente com IR) no fluxo sanguíneo arterial renal nesta espécie, sugerindo que o IR possa ser uma ferramenta para monitoramento da função renal em gatos obesos. Em nosso grupo Obeso o IR foi significativamente superior em fêmeas em relação aos machos, diferentemente do que havia sido relatado anteriormente (TIPISCA et al, 2016).

CONCLUSÕES FINAIS

Após a análise dos diferentes dados obtidos nos gatos obesos, pudemos concluir que:

- A obesidade provoca alterações clínicas e laboratoriais em gatos, devendo ser instituído tratamento precoce. É importante orientar os tutores sobre os riscos inerentes à doença, bem como da importância em controlar a alimentação e realizar atividades físicas.

- A dislipidemia foi branda nos gatos obesos, apesar de terem sido avaliados animais que realmente eram portadores de obesidade, e não de sobrepeso, uma vez que todos apresentavam escore de condição corporal (ECC) elevado, 8 e 9 pontos, na escala de 9 pontos.

- A obesidade demonstrou exercer influência sobre a função cardíaca em gatos, uma vez que valores de alguns parâmetros ecocardiográficos apresentaram diferença em comparação aos de gatos normais. Foi também observada correlação positiva entre peso, ECC e IMC com algumas dimensões cardíacas. São necessários novos estudos que avaliem maneiras precisas que descrevam as associações entre peso corporal e a dimensão cardíaca em gatos, além do estabelecimento de adequada relação entre o acúmulo de gordura e os parâmetros ecocardiográficos, considerando o estado nutricional dos gatos.

- O índice de resistividade (IR) é afetado em gatos obesos, e pode ser utilizado para monitorização da função renal destes animais, principalmente em fêmeas. O aumento do peso corporal e do IMC resulta em aumento concomitante do IR, indicando que o IR possa ser um indicador precoce de lesões renais em obesos. Novos estudos na área devem ser realizados, para confirmar a confiabilidade deste teste.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ALPERT, M.A.; HASHIMI, M.W. Obesity and the heart. **Am J Med Sci**, v. 306, n. 2 p. 117-23, 1993.

ALPERT, M.A. Obesity Cardiomyopathy: pathophysiology and evolution of the clinical syndrome. **Am J Med Sci**, v. 321, n. 4 p. 225-36, 2001.

AMENGUAL-CLADERA, E.; LLADÓ, I.; PROENZA, A.M.; GIANOTTI, M. High-fat diet feeding induces a depot-dependent response on the pro-inflammatory state and mitochondrial function of gonadal white adipose tissue. **Brit J Nutrit**, p. 1-12, 2012.

APPLETON, D.J.; RAND, J.S.; SUNVOLD, G.D. Plasma leptin concentrations are independently associated with insulin sensitivity in lean and overweight cats. **J Feline Med Surg**, v. 4, p. 83-93, 2002.

BACKUS, R.; WARA, A. Development of obesity – mechanisms and physiology. **Vet Clin Small Anim**, v. 46, p. 773-84, 2016.

BELEW, A.M.; BARLETT, T.; BROWN, S.A. Evaluation of white-coat effect in cats. **J Vet Intern Med**, v. 13, p. 134-142, 1999.

BJORNVAD, C.R.; RAND, J.S.; TAN, H.Y.; JENSEN, K.S.; ROSE, F.J.; ARMSTRONG, P.J.; WHITEHEAD, J.P. Obesity and sex influence insulin resistance and total and multimer adiponectin levels in adult neutered domestic shorthair client-owned cats. **Domest Anim Endocrinol**, v. 47, p. 55-64, 2014.

BODEY A.R.; SANSOM, J. Epidemiological study of blood pressure in domestic cats. **J Small Anim Pract**, v. 39. p. 567-73, 1998.

BOMBERG, E.; BIRCH, L.; ENDENBURG, N.; GERMAN, A.J.; NEILSON, J.; SELIGMAN, H.; TAKASHIMA, G.; DAY, M.J. The Financial Costs, Behaviour

and Psychology of Obesity: A One Health Analysis. **J Comp Pathol**, v. 156, p. 310-25, 2017.

BROWN, S.; ATKINS, C.; BAGLEY, R.; CARR, A.; COWGILL, L.; DAVIDSON, M.; EGNER, B.; ELLIOTT, J.; HENIK, R.; LOBATO, M.; LITTMAN, M.; POLZIN, D.; ROSS, L.; SNYDER, P.; STEPIEN, R. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **J Vet Int Med**, v. 21, n. 3, p. 542-58, 2007.

CARVALHO, C.; CHAMMAS, M.C. Normal Doppler velocimetry of renal vasculature in Persian Cats. **J Feline Med Surg**, v. 13, p. 399-404, 2011.

CHAMPION, T. **Efeitos da obesidade e do sobrepeso sobre parâmetros cardiovasculares e respiratórios em gatos**. 2011. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”). Jaboticabal.

CHANDLER, M.L. Impact of obesity on cardiopulmonary disease. **Vet Clin Small Anim**, v. 46, p. 817-30, 2016.

CLARK, M.; HOENIG, M. Metabolic effects of obesity and its interaction with endocrine diseases. **Vet Clin Small Anim**, v. 46, n. 5, p. 797-815, 2016.

COBBAERT, C.; MULDER, P.G.H.; BAADENHUIJSEN, H.; ZWANG, L.; WEYKAMP, C.W.; DEMACKER, P.N.M. Survey of total error of precipitation and homogeneous HDL-Cholesterol methods and simultaneous evaluation of lyophilized saccharosecontaining candidate reference materials for HDL-Cholesterol. **Clin Chem**, v. 45, n. 3, p. 360–70, 1999.

COLLIARD, L.; PARAGON, B.M.; LEMUET, B.; BÉNET, J.J.; BLANCHARD, G. Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. **J Feline Med Surg**, v. 11, p. 135-40, 2009.

CORBEE, R.J. Obesity in show cats. **J Anim Physiol Anim Nutr**, v. 98, p. 1075-80. 2014.

COURCIER, E.A.; O'HIGGINS, R.; MELLOR, D.J.; YAM P.S. Prevalence and risk factors for feline obesity in a first opinion practice in Glasgow, Scotland. **J Feline Med Surg**, v. 12, p. 746–53, 2010.

COURCIER, E.A.; MELLOR, D.J.; PENDLEBURY, E.; EVANS, C.; YAM, P.S. An investigation into the epidemiology of feline obesity in Great Britain: Results of a cross-sectional study of 47 companion animal practices. **Vet Rec**, v. 171, p. 560, 2012.

DEJI, N.; KUME, S.; ARAKI, S.I.; SOUMURA, M.; SUGIMOTO, T.; ISSHIKI, K.; CHIN-KANASAKI, M.; SAKAGUCHI, M.; KOYA, D.; HANEDA, M.; KASHIWAGI, A.; UZU, T. Structural and functional changes in the kidneys of high-fat diet-induced obese mice. **Am J Physiol Renal Physiol**, v. 296, n. 1, p.118-26, 2008.

DIEZ, M.; NGUYEN, P. The epidemiology of canine and feline obesity. **Waltham focus**, v. 16, n. 1, p. 2-8, 2006.

FÁVERO, D.C.; NEGRI, F.R. **Obesidade e exercício físico**. 2008. Monografia (Especialização em Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Exercício Físico e Reabilitação) - UNISALESIANO (Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium). Lins.

GERMAN, A.J. The growing problem of obesity in dogs and cats. **Jour Nutrit**, v. 136, p. 1940-6, 2006.

GERMAN, A.J.; MARTIN, L. Feline obesity: epidemiology, pathophysiology, and management. In: PIBOT, P.; BIOURGE, V.; ELLIOTT, D. **Encyclopedia of Feline Clinical Nutrition**. Aimargues, France: Aniwa SAS; 2008. p. 4-43.

GERMAN, A.J.; RYAN, V.H.; GERMAN, A.C.; WOOD, S.; TRAYHURN, P. Obesity, its associated disorders and the role of inflammatory adipokines in companion animals. **Vet J**, v. 185, p. 4-9, 2010.

HÄGGSTRÖM, J.; ANDERSSON, A.O.; FALK, T.; NILSFORS, L.; OLSSON, U.; KRESKEN, J.G.; HÖGLUND, K.; RISHNIW, M.; TIDHOLM, A.; LJUNGVALL, I. Effect of body weight on echocardiographic measurements in 19,866 pure-bred cats with or without heart disease. **J Vet Intern Med**, v. 30, p. 1601-11, 2016.

HAMPER, B. Current topics in canine and feline obesity. **Vet Clin Small Anim**, n. 46, p. 785-95, 2016.

HAWTHORNE, A.J.; BUTTERWICK, R.F. Predicting the body composition of cats: development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat in cats. **J Vet Intern Med**, v. 14, n. 3, p. 349-65, 2000.

HOENIG, M. The cat as a model for human obesity and diabetes. **J Diabetes Sci Technol**, v. 6, n. 3, p. 525-33, 2012.

HOENIG, M.; TRASS, A.M.; SCHAEFFER, D.J. Evaluation of routine hematology profile results and fructosamine, thyroxine, insulin, and proinsulin concentrations in lean, overweight, obese and diabetic cats. **JAVMA**, v. 243, n. 9, p. 1302-9. 2013.

KIENZLE, E.; BERGLER, R. Human-animal relationship of owners of normal and overweight cats. **J Nutr**, v. 136, n. 7, p. 1947-50, 2006.

KIL, D.Y.; SWANSON, K.S. Endocrinology of obesity. **Vet Clin Small Anim**, v. 40, p. 205–19, 2010.

LAFLAMME, D.P. Understanding and managing obesity in dogs and cats. **Vet Clin Small Anim**, v. 36, p. 1283–95, 2006.

LAFLAMME, D.P. Companion Animals Symposium: Obesity in dogs and cats: What is wrong with being fat? **J Anim Sci**, v. 90, n. 5, p. 1653-62, 2012.

LARSEN, J.A.; VILLAVERDE, C. Scope of the problem and perception by owners and veterinarians. **Vet Clin Small Anim**, v. 46, p. 761-72, 2016.

LEVINE, E.D.; ERB, H.N.; SCHOENHERR, B.; HOUP, K.A. Owner's perception of changes in behaviors associated with dieting in fat cats. **J Vet Behav**, v. 11, p. 37-41, 2016.

LINDER, D.; MUELLER, M. Pet obesity management - beyond nutrition. **Vet Clin Small Anim**, v. 44, p. 789-806, 2014.

LITSTER, A.L.; BUCHANAN, J.W. Radiographic and echocardiographic measurement of the heart in obese cats. **Vet Radiol Ultrasound**, v. 41, n. 4, p. 320-5, 2000.

LUND, E.M.; ARMSTRONG, P.J.; KIRK, C.A.; KLAUSNER, J.S. Prevalence and risk factors for obesity in adult dogs from private US veterinary practices. **Intern J Appl Res Vet Med**, v. 4, p. 177-86, 2005.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desenvolvimento humano**, 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 1113 p.

MENDES-JUNIOR, A.F.; PASSOS, C.B.; GÁLEAS, M.A.V.; SECCHIN, M.C.; APTEKMANN, K.P. Prevalência e fatores de risco da obesidade felina em Alegre, Espírito Santo, Brasil. **Semin Cienc Agrar**, v. 34, n. 4, p. 1801-6, 2013.

MORI, N.; IWASAKI, E.; OKADA, Y.; KAWASUMI, K.; ARAI, T. Overall prevalence of feline overweight/obesity in Japan as determined from a cross-sectional sample pool of healthy veterinary clinic-visiting cats in Japan. **Turk J Vet Anim Sci**, v. 40, n. 3, p. 304-12, 2016.

MURANAKA, S.; MORI, N.; HATANO, Y.; SAITO, T.R.; LEE, P.; KOJIMA, M.; KIGURE, M.; YAGISHITA, M.; ARAI, T. Obesity induced changes to plasma adiponectin concentration and cholesterol lipoprotein composition profile in cats. **Res Vet Sci**, v. 91, p. 358-61, 2011.

NELSON, T.R.; PRETORIUS, D.H. The Doppler signal: Where does it come from and what does it mean? **AJR**, v. 151, p. 439-47, 1988.

O'NEILL, D.G.; CHURCH, D.B.; McGREEVY, P.D.; THOMSON, P.C.; BRODBELT, D.C. Prevalence of disorders recorded in cats attending primary-care veterinary practices in England. **Vet J**, v. 202, p. 286-91. 2014

OSTO, M.; ZINI, E.; REUSCH, C.E.; LUTZ, T.A. Diabetes from humans to cats. **Gen Comp Endocrinol**, v. 182, p. 48-53, 2013.

PARK, I.; LEE, H.; KIM, J.; NAM, S.; CHOI, R.; OH, K.; SON, C.; HYUN, C. Ultrasonographic evaluation of renal dimension and resistive index in clinically healthy Korean domestic short-hair cats. **J Vet Sci**, v. 9, n. 4, p. 415-9, 2008.

RAHMOUNI, K.; MARK, A.L.; HAYNES, W.G.; SIGMUND, C.D. Adipose depot specific modulation of angiotensinogen gene expression in diet induced obesity. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v. 286, p. 891-5, 2004.

RANDIN, J.M.; SHARKEY, L.C.; HOLYCROSS, B.J. Adipokines: a review of biological and analytical principles and an update in dogs, cats and horses. **Vet Clin Pathol**, v. 38, n. 2, p. 136–56, 2009.

RAND, J.S.; APPLETON, D.J. Feline obesity: causes, consequences and management. **Proceedings of the World Small Animal Veterinary Association**. Sydney, Australia – 2007. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2007/pdf/rand1005.pdf>. Acesso em 03 de Maio de 2012.

ROWE, E.C.; BROWNE W.J.; CASEY, R.A.; GRUFFYDD-JONES, T.J.; MURRAY, J.K. Early-life risk factors identified for owner-reported feline overweight and obesity at around two years of age. **Prev Vet Med**, n. 143, p. 39-48, 2017.

RUSSELL, K.; SABIN, R.; HOLT, S.; BRADLEY, R.; HARPER, E.J. Influence of feeding regimen on body condition in the cat. **J Small Anim Pract**, v. 41, n. 1, p. 12-8, 2000.

SALAMA, A.D. Obesity and Kidney Disease: A Call to Action. **Nephrol J**, v. 4, p. 8-9, 2011.

SERISIER, S.; FEUGIER, A.; VENET, C.; BIOURGE, V.; GERMAN, A.J. Faster growth rate in ad libitum-fed cats: a risk factor predicting the likelihood of becoming overweight during adulthood. **J Nutr Sci**, v. 2, e. 11, p. 1-8, 2013.

SCHIAVO, M.; LUNARDELLI, A.; OLIVEIRA, J.R. Influência da dieta na concentração sérica de triglicerídeos. **J Bras Patol Med Laborat.**, v. 39, n. 4, p. 283-8, 2003.

TENG, K.T.; MCGREEVY, P.D.; TORIBIO, J.L.M.L.; RAUBENHEIMER, D.; KENDALL, K.; DHAND, N.K. Risk factors for underweight and overweight in cats in metropolitan Sydney, Australia. **Prev Vet Med**, v. 144, p. 102-11, 2017.

THATCHER, C.D.; HAND, M.S.; REMILLARD, R.L. "Small animal clinical nutrition: An interactive process". In: HAND, M.S.; THATCHER C.D., REMILLARD R.L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B.J. **Small Animal Clinical Nutrition**. 5^a ed. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute. 2010. p. 3-21.

TOLL, P.W.; YAMKA, R.M.; SCHOENHERR, W.D.; HAND, M.S. Obesity. In: HAND, M.S.; THATCHER, C.D.; REMILLARD, R.L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B.J. **Small Animal Clinical Nutrition**. 5^a ed. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute. 2010. p. 501-42.

VAN DE VELDE, H.; JANSSENS, G. P. J.; DE ROOSTER, H.; POLIS, I.; PETERS, I.; DUCATELLE, R.; NGUYEN, P.; BUYSE, J.; ROCHUS, K.; XU, J.; VERBRUGGHE, A.; HESTA, M. The cat as a model for human obesity: insights into depot-specific inflammation associated with feline obesity. **Br J Nutr**, v. 110, n. 7, p. 1326-35, 2013.

WEETH, L.P. Other risks/possible benefits of obesity. **Vet Clin Small Anim**, v. 46, p. 843-53, 2016.

WYNNE, K.; STANLEY, S.; MCGOWAN, B.; BLOOM, S. Appetite control. **J Endocrinol**, v. 184, p. 291-318, 2005.

ZORAN, D.L. Feline obesity: clinical recognition and management. **Comp Cont Educ Vet**, p. 284-93, 2009.

ZORAN, D.L. Obesity in Dogs and Cats: A Metabolic and Endocrine Disorder. **Vet Clin Small Anim**, v. 40, p. 221-239, 2010.

Anexo 1. Parâmetros para determinação do ECC em gatos (vista dorsal e de perfil). Escala de 9 pontos (LAFLAMME, 1997).

1– Costelas facilmente visíveis (gatos de pelo curto). Ausência de gordura corporal perceptível. Reentrância abdominal extremamente acentuada. Vértebras lombares e asas ilíacas facilmente palpáveis;

2- Costelas facilmente visíveis (gatos de pelo curto). Vértebras lombares evidentes com cobertura muscular mínima. Reentrância abdominal pronunciada. Sem gordura palpável;

3- Costelas facilmente palpáveis e com cobertura adiposa mínima. Vértebras lombares evidentes. Cintura evidente por trás das costelas. Gordura abdominal mínima;

4- Costelas palpáveis com cobertura adiposa mínima. Cintura perceptível atrás das costelas. Discreta reentrância abdominal. Bolsa de gordura abdominal ausente;

5- Costelas palpáveis sem cobertura adiposa excessiva. Vista de cima, a cintura é observada atrás das costelas. Abdômen retraído quando visto de lado;

6- Costelas palpáveis com leve excesso de cobertura adiposa. Cintura e bolsa de gordura abdominal perceptíveis mas não evidentes. Reentrância abdominal ausente;

7- Costelas difíceis de palpar com moderada cobertura adiposa. Depósito de gordura evidente sobre a região lombar e a base da cauda. Cintura difícil de observar. Evidente abaulamento do abdome. Bolsa de gordura abdominal moderada.

8- Impossível palpar as costelas sob a cobertura adiposa muito densa. Cintura inexistente. Evidente abaulamento do abdome com bolsa de gordura abdominal proeminente. Depósitos de gordura na região lombar;

9- Costelas impossíveis de palpar sob grossa cobertura adiposa. Depósitos de gordura maciços sobre lombar, face e membros. Distensão abdominal e ausência de cintura. Depósitos de gordura abdominal maciços.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO CORPORAL

- | | | |
|---------------|----------|---|
| SUBALIMENTADO | 1 | Costelas visíveis nos gatos de pêlo curto; nenhuma gordura palpável; acentuada reentrância abdominal; vértebras lombares e asa do íliaco facilmente palpáveis. |
| | 2 | Características comuns às avaliações em 1 e 3. |
| | 3 | Costelas facilmente palpáveis apresentam uma cobertura mínima de gordura; as vértebras lombares são visíveis; cintura evidente depois das costelas; mínimo de gordura abdominal. |
| | 4 | Características comuns às avaliações em 3 e 5. |
| IDEAL | 5 | Bem-proporcionado; cintura visível depois das costelas; costelas palpáveis com pequena cobertura de gordura; pâncreo adiposo abdominal mínimo. |
| | 6 | Características comuns às avaliações 5 e 7. |
| | 7 | Dificuldade em palpar as costelas que têm moderada cobertura de gordura; a cintura não é muito evidente; arredondamento óbvio do abdômen; moderado pâncreo adiposo abdominal. |
| | 8 | Características comuns às avaliações 7 e 9. |
| | 9 | Impossível palpar as costelas que se encontram sob espessa cobertura de gordura; pesados depósitos de gordura na área lombar, face e membros; distensão do abdômen e ausência de cintura; amplos depósitos abdominais de gordura. |

O SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO CORPORAL foi desenvolvido no Centro Nestlé Purina de Pesquisa e Desenvolvimento (Nestlé Purina Pet Care Center) e foi validado tal como documentado nas seguintes publicações:

Lafamme DP. Development and Validation of a Body Condition Score System for Cats: A Clinical Tool. *Feline Practice* 1997; 25:13-17.

Lafamme DP, Hume E, Harrison J. Costelas visíveis nos gatos de pêlo curto; nenhuma gordura palpável; acentuada reentrância abdominal; vértebras lombares e asa do íliaco facilmente palpáveis.

Ligue para 0800-7701190 Informação Veterinária

 **PURINA**
VETERINARY
DIETS™

 **Purina.**
PRO PLAN



 Nestlé PURINA

Anexo 2. Questionário aplicado no momento da avaliação dos animais junto ao proprietário

FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA – PROJETO OBESIDADE FELINA

Nome: _____ RG: _____ Idade: _____

Raça: _____ Peso: _____ Sexo: _____

Castrado: sim () não ()

Proprietário: _____

Procedência: _____ Telefone: _____

QUESTIONÁRIO

1) Estilo de Vida:

a) Está com o animal há quanto tempo?: _____

b) Contactantes (obesos?): _____

c) Relacionamento com contactantes: _____

d) Alimentado junto com outros animais?: _____

e) Hábito de “roubar” alimento: _____

f) Acesso a rua: _____

g) Acesso a quintal-jardim: _____

h) Brincadeiras - Passeios: _____

i) Temperamento do animal: _____

2) Alimentação:

a) Alimento seco: _____

b) Alimento úmido: _____

c) Comida caseira: _____

d) Quantidade (calculada? Se sim, como?): _____

e) Frequência: _____

f) Deixa no pote até o animal comer tudo?: _____

g) Petiscos: _____

h) Seu gato sente fome o tempo todo?: _____

i) Seu gato é alimentado pela mesma pessoa todos os dias?: _____

j) Você acha a obesidade perigosa para a saúde do seu gato? Se sim, por quê?

k) Você estaria disposto para realizar para seu gato um programa de perda de peso? _____

l) Quais são as dificuldades que podem aparecer ao estabelecer um programa de diminuição de peso para seu gato?

Exercícios ()

Custo de alimento hipocalórico ()

Mudança nos hábitos alimentares ()

Conseguir com que todos envolvidos com o gato sigam o critério estabelecido pelo veterinário ()

Ter o sentimento de que o gato terá fome ()

Não resistir a tentação de fornecer algum petisco ao gato ()

Pensamento de que o gato irá sofrer com o tratamento ()

Considerar que o gato está muito velho para o tratamento ()

Pensar que o gato não gostará mais de você se você não fornecer os petiscos ()

m) Você conhece algo sobre nutrição? Sim () Não () Não muito

Se SIM, aonde conseguiu as informações?

Livros e revistas ()

Internet ()

Vizinhos e/conhecidos ()

Pet shop e /ou Casa de ração ()

Veterinário ()

Sou profissional – Nutricionista, Médico ()

Sou veterinário e/ou zootecnista ()

Qual o papel do veterinário em relação à nutrição de seu gato?

Importante () Pouco importante () Sem importância ()

Não sabia que veterinários trabalhavam com isso ()

3) Avaliação clínica:

a) Comorbidade(s) associada(s): _____

b) Histórico clínico: _____

c) Medicação de uso contínuo?: _____

d) Considera o animal acima do peso ideal: sim () não ()

EXAME FÍSICO

1) Auscultação cardio-respiratória: _____

2) Mucosas: _____ TPC: _____

3) ECC (proprietário): _____ (clínico): _____

4) IMC: (caixa torácica) _____ (patela calcâneo) _____

5) PAS: _____

6) Glicemia: _____

NORMAS DA REVISTA

Seção 1. Is Renal Resistive Index affected by obesity in cats?

Journal of Feline Medicine and Surgery

<https://us.sagepub.com/en-us/nam/journal/journal-feline-medicine-and-surgery#PreparingYourManuscript>

Seção 2. Obesity in cats – An overview of the problem

Topics in Companion Animal Medicine

<https://www.elsevier.com/journals/topics-in-companion-animal-medicine/1938-9736/guide-for-authors>

Seção 3. Obesity effect on ecocardiography measures and VHS in cats

.Journal of Veterinary Cardiology

<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-veterinary-cardiology/1760-2734/guide-for-authors>