

Pectus excavatum – Correção cirúrgica utilizando tala externa de poliuretano fabricada com tecnologia de impressão 3D*

Pectus excavatum – Surgical correction, using polyurethane external splint made with 3D printing technology

Ana Paula Horn,** Thais Aparecida Wenceslau,*** Eloara Giovanna Aguiar Bonassoli de Oliveira Martis****

Resumo

Objetivou-se relatar o emprego de uma tala externa confeccionada com material de poliuretano e cobertura interna de neopreme na reparação cirúrgica do pectus excavatum em um felino jovem. O felino apresentava deformidade anatômica congênita na região do esterno e sinais clínicos respiratórios. Imagens avançadas de tomografia foram utilizadas para moldar a tala impressa com tecnologia tridimensional. Esta alternativa possibilitou melhor planejamento cirúrgico e, com isso, conforto para o paciente, além da qualidade própria do material de poliuretano que é levemente maleável, o que permitiu melhor moldagem e expansão torácica durante a respiração. A tala se provou resistente o suficiente para suportar a tração ocasionada pelos fios de sutura e possibilitou o reposicionamento adequado do osso esterno ao mesmo tempo que se mostrou confortável e acarretou mínimas lesões ao paciente.

Palavras-chave: cirurgia torácica, defeitos na parede torácica.

Abstract

The aim of this paper was to report the use of an external splint made of polyurethane material and internal neopreme covering in the surgical repair of a pectus excavatum in a young feline. The feline exhibited a congenital anatomical deformity in the external region and clinical respiratory signs. Advanced CT images were used to shape the 3D-printed splint. This alternative allowed better surgical planning and, therefore, comfort for the patient, this because of the quality of the polyurethane material, which is slightly malleable, and allowed for better molding and chest expansion during breathing. The splint proved to be strong enough to withstand the traction caused by the suture threads and allowed the proper repositioning of the sternum, at the same time it was comfortable and caused minimal injuries to the patient.

Keywords: thoracic surgery, chest wall defects.

Introdução

O *pectus excavatum* (PE) é uma anormalidade congênita incomum e caracteriza-se pelo desvio dorsal do esterno caudal, associado às cartilagens costais ou um estreitamento ventral a dorsal do tórax inteiro, normalmente estende-se caudalmente a partir da quinta ou sexta costela e é mais grave ao nível com envolvimento da décima vértebra torácica (Gradner, 2014). A má formação é decorrente da ocorrência de encurtamento do tendão central do diafragma, pressão intrauterina anormal, espessamento do ligamento inferior ou da musculatura da porção cranial do diafragma, falha da osteogênese ou condrogênese, inadequado desenvolvimento esternal e influências raquíticas (Gradner, 2014).

Sabe-se que o alinhamento anormal devido ao PE resulta em comprometimento das condições cardiopulmonares dos animais (Charlesworth e Sturgess, 2012). Os distúrbios circulatórios

podem ser resultantes do posicionamento anormal do coração, enroscando ou comprimindo os grandes vasos e dificultando o retorno venoso e promovendo compressão do coração, predispondo a arritmias e diminuição da reserva respiratória (Fossum et al., 1989). Os principais sinais clínicos observados são: dificuldade respiratória, graus variáveis de dispnéia, cianose, intolerância ao exercício, sopro cardíaco e arritmias (Charlesworth e Sturgess, 2012). Pode ocorrer retardo no crescimento, perda de peso, infecções pulmonares recorrentes e vômito (Gradner, 2014).

O diagnóstico se dá por avaliação clínica incluindo a detecção de uma depressão na região esternal, com confirmação por exames complementares de imagem, como: tomografia computadorizada, ressonância magnética e radiografia (Moretto, 2020). Frequentemente constata-se a elevação do esterno começando na 4ª esternébra e 5ª esternébra (Yoon et al., 2008),

*Recebido em 11 de maio de 2022 e aceito em 22 de julho de 2022.

**Programa de mestrado profissional em Clínicas veterinárias, Universidade Estadual de Londrina; Departamento de Clínicas veterinárias; Londrina; Paraná, Brasil. Autor para correspondência: a.p.horn@hotmail.com

***Aperfeiçoamento em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, Universidade Estadual Paulista; Departamento de Clínicas veterinárias; Jaboticabal; São Paulo, Brasil.

****Aprimoranda em Diagnóstico por Imagem na Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Departamento de Diagnóstico por Imagem – CEVET, Guarapuava, Paraná, Brasil.

com a silhueta cardíaca desviada dorsalmente, bem como a compressão de grandes vasos e lobos pulmonares, resultando assim na sintomatologia encontrada, ou seja, ausculta pulmonar com discreto estertor (Gradner 2014).

Casos leves em que o paciente apresente poucos sinais clínicos, podem receber tratamento médico conservador. Já defeitos esternais moderados a graves associados a sinais clínicos recidivantes devem receber tratamento definitivo por meio de procedimento cirúrgico. Há diversas técnicas cirúrgicas relatadas, e a escolha dependerá da idade e do grau de deformidade apresentados pelo paciente. Segundo Fossum, (2014) o prognóstico após correção cirúrgica para animais jovens é excelente, mediante a maior flexibilidade das cartilagens costais e do esterno, e, menor recorrência de demais doenças concomitantes.

O tratamento cirúrgico utilizando-se tala externa, menos invasivo, objetiva aplicar tração por meio dos fios de sutura colocados em torno do mesmo e através de uma tala rígida circular, que geralmente é confeccionado em formato de U ou V (Yoon et al., 2008). Esse tratamento tem demonstrado bons resultados quando realizado em cães e gatos jovens com até quatro meses de idade (Crigel e Moissonnier, 2005).

As aplicações médicas para a impressão tridimensional (3D) têm se expandido muito nos últimos anos e é esperado que ela revolucione a saúde. Vários são seus usos, incluindo: criação e personalização de próteses, implantes, e modelos anatômicos. A aplicação da impressão 3D na medicina pode proporcionar muitos benefícios, incluindo a customização e personalização de produtos médicos e equipamentos; aumentar a eficácia de procedimentos conhecidos e aumento da reprodução das técnicas inovadoras. A impressora 3D tem viabilizado não só a elaboração de novas abordagens terapêuticas, mas também a dinamização de procedimentos cirúrgicos (Matozinhos et al., 2017).

Relato de caso

Foi avaliada uma gata, sem raça definida, aproximadamente um mês de idade e pesando 0,426 gramas. As principais queixas eram tenesmo e disquezia. Durante a avaliação clínica as alterações observadas foram secreção ocular bilateral, coloboma palpebral bilateral, disфонia, ausculta pulmonar com discreto estertor em hemitórax esquerdo, ânus dilatado por conteúdo fecal e fratura calcificada de vértebras coccígeas onde observaram-se acentuadas alterações morfológicas dos corpos vertebrais em segmento de coluna vertebral coccígea, com evidentes desvios do eixo ósseo.

Na radiografia de pelve foram encontrados presença de conteúdo fecal denso em segmento de cólon descendente e reto; também foram vistos achados radiográficos que poderiam ser compatíveis com luxações ou fraturas da coluna vertebral coccígea. Não havia evidências radiográficas de fraturas ou estreitamento dos ossos da pelve.

Na radiografia de tórax os achados eram compatíveis com broncopneumopatia difusa, mais evidente em lobos pulmonares direitos, campos pulmonares difusamente opacificados por padrão misto, discreto bronquial e intersticial tendendo à alveolar (com visibilização de discretos broncogramas aéreos) principalmente em lobos direitos e em região peri-hilar, mais evidente em correspondência aos lobos cranial e médio direitos.

Silhueta cardíaca de aspecto globoso e acentuadamente deslocada para o hemitórax esquerdo. Aparente preservação do espaço pleural com alargamento do mediastino cranial e diafragma preservado com deslocamento dorsal do eixo ósseo entre as últimas esternébras, compatível com *pectus excavatum*.

Não havia alterações no eritrograma, no entanto, havia leucocitose de 21.100 mm³ com linfocitose de 10.339 mm³ sem desvio, não apresentava alterações em plaquetas, albumina, creatinina, proteínas totais, alanina aminotransferase (ALT) e ureia; foi observado aumento o valor de fosfatase alcalina (FA), 131 unidades por litro (U/L). Não foram identificadas alterações cardíacas ao ecocardiograma.

Com base nas avaliações prescreveu-se: cefalexina 15 mg/kg via oral, duas vezes ao dia por 10 dias; lactulose 0,5 mL/kg, via oral, duas vezes ao dia; suplemento vitamínico (Nuxell® plus), 2 gramas, via oral, uma vez ao dia; vermífugo (Vermivet®), 0,5 mL, via oral, uma vez ao dia e colírio substituto da lágrima (Optivet Tears®).

30 dias depois a paciente apresentava tosse, dificuldade respiratória, apatia e hiporexia.

O eritrograma e leucograma sem alterações. O bioquímico apresentava-se com as enzimas gama glutamiltransferase 12 U/L (unidades por litro), fosfatase alcalina 158 U/L, proteínas normais e albumina normal. No teste rápido para FIV e FeLV (Snap IDEXX), ambos foram negativos.

Instituiu-se tratamento com doxiciclina (5 mg/kg via oral, duas vezes ao dia, durante 21 dias), prednisolona (0,5 mg/kg, por via oral, a cada 12 horas, por 10 dias), aminofilina (4 mg/kg, por via oral, a cada 12 horas, durante 21 dias), N-acetilcisteína (10 mg/kg, por via oral, a cada 12 horas, durante 21 dias) e nebulização com solução fisiológica por 10 minutos, duas vezes ao dia.

Segundo a tutora, houve melhora clínica 28 dias depois em relação ao início do tratamento. Ao exame a paciente encontrava-se ativa, alimentando-se com apetite, sem dificuldade respiratória, não apresentava tosse ou secreções e estava defecando sem dificuldades. Na radiografia de tórax realizada neste dia houve evolução positiva em 58 dias. Valores hemáticos sem alterações. Com a paciente apresentando boa evolução clínica e melhora dos exames, iniciou-se o planejamento cirúrgico.

Para tal, uma tomografia computadorizada de tórax foi realizada, bem como lavado traqueobrônquico com citologia do líquido aspirado e sua cultura fúngica e bacteriana.

Na tomografia notou-se a presença de apenas 6 esternébras com deslocamento dorsal com redução do diâmetro dorsoventral torácico relacionada às 3 últimas, e, conseqüentemente, acentuado deslocamento cardíaco à esquerda, promovendo intensa atelectasia compressiva do lobo pulmonar cranial esquerdo, além de compressão luminal de brônquio principal ipsilateral. Também foi observado importante área de atelectasia em lobo pulmonar cranial direito com presença de broncograma aéreo, todavia, não havia sinais de compressão em brônquio principal direito. O parênquima pulmonar de lobos caudais direito e esquerdo e lobo cranial direito apresentavam padrão em vidro fosco difuso, discreto espessamento de paredes bronquiais e discreto padrão de árvore em brotamento, sendo este mais evidente em lobo pulmonar cranial direito.

As alterações em campos pulmonares podem ser resultantes de *pectus excavatum*. Não havia sinais de alterações em mediastino cranial ou caudal e em arcos costais ou corpos vertebrais. Os linfonodos regionais sem sinais evidentes de alteração, bem como estruturas vasculares de calibre e contornos preservados.

A citologia simples do líquido traqueobrônquico foi inconclusiva, entretanto, as células inflamatórias junto às bactérias cocóides presentes sugeriam processo inflamatório de origem bacteriana. Na cultura e antibiograma não houve crescimento bacteriano, como também ausência de crescimento microbiológico em cultura fúngica.

Planejamento e procedimento cirúrgico: Esternocondroplastia

No que se refere à órtese (Figura 1), a matéria-prima escolhida para confecção externa da foi o polímero poliuretano, por ser flexível, leve, resistente à abrasão e possibilite formatos

diferenciados. Já a face interna da órtese foi revestida com neoprene, cujas principais características são: flexibilidades, elasticidade, resistência e proteção térmica, apresentando pouca abrasão em contato com a pele.

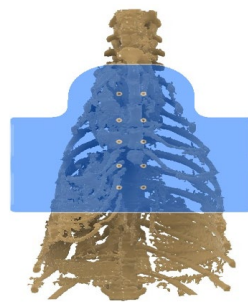
As imagens tomográficas foram encaminhadas para empresa de impressão 3D veterinária, que realizou o estudo das mesmas e, por meio das orientações da equipe cirúrgica, desenvolveu a tala externa com as especificações adequadas para a conformação corporal da paciente. A órtese abrangia desde a região do manúbrio até o xifoide e lateral até as cartilagens costais. O formato cilíndrico foi preconizado assim como referido pelas técnicas já mencionadas na literatura. Um total de 8 perfurações foram realizadas ao longo da órtese para que os fios de sutura pudessem ser ancorados. Para auxiliar na fixação, a mesma foi projetada com duas tiras de velcro reguláveis para que pudessem se adequar ao crescimento da paciente e melhorar a estabilização pós cirúrgica.

Figura 1: Órtese confeccionada pelo método de tecnologia tridimensional (3D), com composição externa de polímero de poliuretano e cobertura interna de neoprene, e tiras de velcro para fixação em torno do tórax.



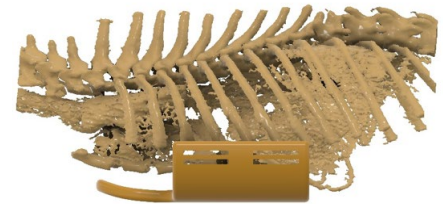
Fonte: Autores (2021).

Figura 2: Imagem 3D de tomografia computadorizada, com a vista ventro-dorsal do tórax da paciente com *pectus excavatum*. Em azul, modelo da órtese abrangendo desde o manúbrio até o xifoide.



Fonte: Autores (2021)

Figura 3: Imagens 3D de tomografia computadorizada, com a vista latero-lateral do tórax da paciente com *pectus excavatum*. Em amarelo, modelo da órtese abrangendo desde o manúbrio até o xifoide e se estendendo lateralmente até as cartilagens costais.



Fonte: Autores (2021)

A paciente foi anestesiada com: medicação pré-anestésica (MPA) com Butorfanol (0,2 mg/kg) e periglótica com Lidocaína (0,05 mL S/V), a indução foi realizada com a Propofol (dose-efeito 4 mg/kg), Cetamina (0,5 mg/kg) e infusão contínua de Cetamina 0,01 mL/20 mL - 1mL/h.

A paciente foi posicionada em decúbito dorsal e os panos de campo foram posicionados e fixados com auxílio de pontos simples com fio náilon 2-0.

O início do procedimento cirúrgico se dá com a passagem dos fios de náilon 1-0 em ângulo de 45 graus em torno das esternébras caudais buscando incorporar as costelas, essa ancoragem foi realizada nas últimas três esternébras em região de maior concavidade externa (Figura 4). Para evitar riscos de perfuração pulmonar, a passagem da agulha correspondia ao momento de desinsuflação pulmonar. Os fios previamente ancorados, foram passados pelos orifícios da órtese no sentido da face interna para a externa da mesma e fixados com nó de cirurgião e nó simples subsequentes. Foram realizadas no total 6 suturas, em seguida, as tiras de velcro foram ajustadas em torno do tórax da paciente para melhor estabilização da órtese.

Figura 4: Passagem de fios náilon 1-0 pelas esternébras e costelas em região de maior concavidade externa. Observa-se os fios já passados pelos orifícios da órtese no sentido da face interna para externa da mesma.



Fonte: Autores (2021).

No pós-operatório imediato, foi administrado meloxicam (0,03 mg/kg subcutâneo).

A paciente foi submetida a um exame radiográfico de tórax no pós-operatório imediato e não havia presença de líquido livre em cavidade torácica ou presença de pneumotórax, o espaço pleural apresentava-se sem alterações radiográficas e o diafragma preservado. A presença de apenas seis esternébras, com pouco deslocamento dorsal do eixo ósseo entre as últimas três esternébras em relação ao exame pré-operatório, além da presença de aparato imobilizador externo radiopaco aderido à região ventrolateral da cavidade torácica.

A paciente permaneceu internada por um dia na unidade de terapia semi-intensiva recebendo suporte de oxigênio e monitoração frequente de parâmetros clínicos. No dia seguinte, o quadro da paciente foi modificado de muito urgente para pouco urgente. Não sendo mais necessário ser mantida em oxigenioterapia, tendo alta médica dois dias após a cirurgia.

Foi prescrito Seretide Spray® (Xinafoato de salmeterol 25 mcg + Propionato de fluticasona 50 mcg), 1 borrifada no espaçador infantil sendo indicado o paciente inalar por pelo menos 10 segundos a cada 12 horas, nebulização com solução fisiológica por 15 minutos (a cada 24 horas), repouso, e, pelo histórico de disquezia manteve-se alimentação úmida (60 a 87% de umidade).

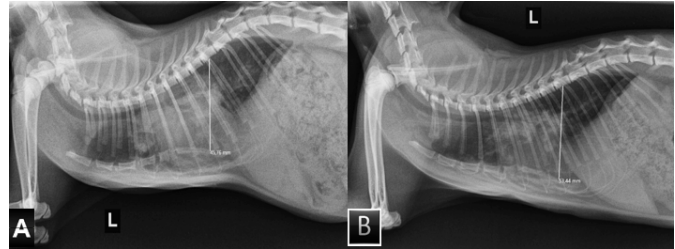
A paciente retornou 23 dias depois da cirurgia para remoção da órtese. Para o procedimento recebeu Butorfanol (0,2 mg/kg). Primeiramente foram soltas as tiras de velcro envoltas pelo tórax da paciente e, em seguida, os nós cirúrgicos foram cortados e tracionados com delicadeza um por um, até a remoção completa de todos, sendo então a órtese removida por completo. Constatou-se lesão branda na epiderme, que foi tratada com furanil® e bandagem.

A paciente foi encaminhada para uma radiografia de tórax após a remoção da órtese, na qual ainda permanecia discreto deslocamento dorsal do eixo ósseo entre as últimas três esternébras mesmo após a correção cirúrgica. Sendo assim, a tutora foi orientada a manter compressões torácicas laterais por mais dois meses e, finalmente retornar para exame radiográfico de controle.

83 dias depois do procedimento cirúrgico e após 60 dias realizando compressões laterais no tórax, no retorno, o exame radiográfico apresentava presença de apenas seis esternébras, com discreto deslocamento dorsal do eixo ósseo entre as últimas três esternébras, com menor desvio em relação ao exame anterior. Foram encontrados achados radiográficos compatíveis com broncopneumopatia difusa, mas com menor comprometimento dos campos pulmonares.

Para fins de comparação, para mensurar a retificação das esternébras, utilizou-se como parâmetro a medição utilizada nas radiografias do pré e do pós-operatório, onde traçou-se uma linha reta para mensurar a distância do centro da superfície ventral da décima vértebra torácica e o ponto mais próximo no esterno, sendo obtido uma medida de 45,76 mm antes do procedimento cirúrgico e 53,44 mm após o procedimento, resultando em uma diferença de 7,88 mm a mais de área torácica (Figura 5).

Figura 5: Comparação entre as radiografias latero-laterais esquerdas do dia 31/08 (A) antes do procedimento cirúrgico e do dia 24/11 (B) três meses após o procedimento cirúrgico. Observe a linha reta utilizada para mensurar a distância do centro da superfície ventral da décima vértebra torácica e o ponto mais próximo no esterno



Fonte: Autores (2021).

Discussão

Deformidades de tórax e esterno são raras na medicina veterinária (Azizi et al., 2012) e, portanto, há poucos relatos sobre o tratamento clínico e cirúrgico.

A radiografia fornece informações importantes como o grau de comprometimento, gravidade do *pectus excavatum* bem como informações sobre alterações em órgãos torácicos, já a tomografia computadorizada auxilia ainda mais no planejamento cirúrgico, além de descartar ou confirmar outras más formações intratorácicas que não são possíveis de diagnóstico com a imagem bidimensional de uma radiografia.

Ademais, outros exames complementares como o lavado traqueobrônquico com citologia, cultura fúngica e bacteriana do líquido, são de grande valia para descartar comorbidades e auxiliar na conduta terapêutica.

A decisão cirúrgica não foi baseada nas medições dos índices de deformidade Frontossagital (FS) e Vertebral (Vert) e sim, com base no exame clínico, pois apesar da paciente não apresentar uma deformidade grave, seus sinais clínicos eram graves, sendo essencial tratamento suporte intensivo.

O delineamento cirúrgico é uma etapa importante do processo, e o uso de imagens avançadas, como a tomografia, permitiram o planejamento de uma tala a partir de impressão tridimensional, uma vez que essa tecnologia facilita a criação de objetos personalizados a partir de um projeto virtual (Ventola, 2014), conseguindo adequar-se a um indivíduo específico.

A impressão 3D tem viabilizado não só a elaboração de novas abordagens terapêuticas, mas também a dinamização de procedimentos cirúrgicos, garantindo, dessa forma, um melhor prognóstico a muitos pacientes e um incremento na qualidade de vida (Matosinhos et al., 2017).

O material escolhido para a confecção da tala, o polímero poliuretano, não apresenta extrema rigidez, esta característica permitiu a expansão adequada do tórax, podendo-se constatar que a paciente demonstrou conforto durante o uso da tala. Quando realizada a remoção da órtese, foi observada lesão branda de pele, possivelmente amenizada pelo material interno composto de neoprene.

Não houve correção total da deformidade, possivelmente pela característica única desta paciente em apresentar não só *pectus excavatum*, mas também agenesia de duas esternébras, fazendo com que as últimas esternébras sofram maior pressão tendínea, tendendo ao deslocamento ventro-dorsal.

O tratamento médico, juntamente com o procedimento cirúrgico associado das compressões laterais do tórax proporcionaram uma correção satisfatória do PE. Observou-se também a retificação das últimas três esternébras após o tratamento. Como parâmetro, foi utilizada a medição para comparação nas

radiografias do pré e do pós-operatório, onde traçou-se uma linha reta para mensurar a distância do centro da superfície ventral da décima vértebra torácica e o ponto mais próximo no esterno, sendo 45,76 mm antes do procedimento cirúrgico e 53,44 mm após o procedimento, obtendo-se uma diferença de 7,88 mm.

Apesar da não correção em sua totalidade, a paciente apresentou excelente evolução com o tratamento, consistindo em uma nova visão para o tratamento do *pectus excavatum* a utilização de órteses sob medida e com material mais maleável.

Referências

- AZIZI, S., BAKHTIARY, M.K., GOODARZI, M. Congenital sternal foramen in a stillborn Holstein calf. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2(1), 83-84, 2012.
- BROWN C.C., BAKER D.C., BARKER I.K. Alimentary system. In: Maxie M.G. (Ed). *Jubb, Kennedy and Palmer's. Pathology of Domestic Animals*. v.2. 5th edn. London: Saunders Elsevier, pp. 1-297, 2007.
- CHARLESWORTH, T.M., STURGESS, C.P. Increased incidence of thoracic wall deformities in related Bengal kittens. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 14(6), 365-368, 2012.
- CHARLESWORTH, T.M., SCHWARZ, T., STURGESS, C.P. Pectus excavatum: computed tomography and medium-term surgical outcome in a prospective cohort of 10 kittens. *Journal of feline medicine and surgery*, 18(8), 613-619, 2016.
- CRIGEL, M. H., MOISSONNIER, P. Pectus excavatum surgically repaired using sternum realignment and splint techniques in a young cat. *Journal of small animal practice*, 46(7), 352-356, 2005.
- FOSSUM, T.W., BOUDRIEAU, R.J., HOBSON, H.P., RUDY, R.L. Surgical correction of pectus excavatum, using external splintage in two dogs and a cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 195(1), 91-97, 1989.
- GRADNER, G. Thoracic wall, cap. 43. 2014
- MACPHAIL, C.M. Surgery of the lower respiratory system. In: Fossum TW, Dewey CW, Horn CV, Johnson AL, Macphail CM, Radlinsky MG et al. *Small animal surgery*. 4ª ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2013. p. 983-988.
- MARTINI-SANTOS, B.J., DIFENBACH, A., PEIXOTO, T.C., NÓBREGA JR, J. E., & ANJOS, B. L. Anomalias congênicas múltiplas em felinos domésticos neonatos. *Acta Scientiae Veterinariae*, 40(4), 1-6, 2012.
- MATOZINHOS, I.P., MADUREIRA, A. A. C., SILVA, G. F., DE CASTRO MADEIRA, G. C., OLIVEIRA, I. F. A., CORRÊA, C. R. Impressão 3d: inovações no campo da medicina. *Revista Interdisciplinar Ciências Médicas*, 1(1), 143-162, 2017.
- MESTRINHO, L.A., FERREIRA, C.A., LOPES, A.M., NIZA, M.M., HAMAIDE, A.J. Open surgical correction combined with an external splint for correction of a non-compliant pectus excavatum in a cat. *Journal of feline medicine and surgery*, 14(2), 151-154, 2012.
- MORETTO, L. (2020). Pectus Excavatum em Felino-Relato de Caso.
- POLIURETANO: o que é, impactos e descarte. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/poliuretano/>. Acesso em: 28 out. 2021.
- RISSELADA, M., DE ROOSTER, H., LIUTI, T., POLIS, I., VAN BREE, H. Use of internal splinting to realign a noncompliant sternum in a cat with pectus excavatum. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(7), 1047-1052, 2006.
- SLATTER D. Desenvolvimento e anormalidades congênicas. In: Slatter D. (Ed). *Fundamentos de oftalmologia veterinária*. 3.ed. São Paulo: Roca, pp.23-26, 2005.
- VENTOLA, C.L. Medical applications for 3D printing: current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics*, 39(10), 704, 2014.
- YOON, H.Y., MANN, F.A., JEONG, S.W. Surgical correction of pectus excavatum in two cats. *Journal of veterinary science*, 9(3), 335-337, 2008.