

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

Antonio Soares Coutinho Júnior

**MODELO EXPERIMENTAL DE FRATURAS DE COSTELAS E
PROPOSIÇÃO DE DISPOSITIVO PARA ANCORAGEM DE
SUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO COSTAL – COMPARAÇÃO
(EX VIVO) DA ABORDAGEM CIRÚRGICA CONVENCIONAL
COM A VÍDEO-CIRÚRGICA**

**Santa Maria, RS, Brasil
2018**

Antonio Soares Coutinho Júnior

**MODELO EXPERIMENTAL DE FRATURAS DE COSTELAS E
PROPOSIÇÃO DE DISPOSITIVO PARA ANCORAGEM DE
SUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO COSTAL – COMPARAÇÃO
(EX VIVO) DA ABORDAGEM CIRÚRGICA CONVENCIONAL
COM A VÍDEO-CIRÚRGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Cirurgia e Clínica de Pequenos Animais**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fernanda Flores Vogel

**Santa Maria, RS, Brasil
2018**

Antonio Soares Coutinho Júnior

**MODELO EXPERIMENTAL DE FRATURAS DE COSTELAS E
PROPOSIÇÃO DE DISPOSITIVO PARA ANCORAGEM DE
SUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO COSTAL – COMPARAÇÃO
(EX VIVO) DA ABORDAGEM CIRÚRGICA CONVENCIONAL
COM A VÍDEO-CIRÚRGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Cirurgia e Clínica de Pequenos Animais**.

Aprovado em 13 de março de 2018:

Fernanda Silveira Flores Vogel, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ney Luís Pippi, Dr. (UFSM)

Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho, Dr. (UFSM)

Paula Cristina Basso, Dra. (UFSM)

Diego Vilivaldo Beckmann, Dr. (Unipampa)

Santa Maria, RS

2018.

DEDICATÓRIA

*À minha família, minha supermãe **Maria Vênus Feitosa Coutinho**, meu paiherói **Antonio Soares Coutinho**, e às minhas irmãs **Cibele e Julieta**. Dedico também às minhas avós **Elisa Souza de Almeida e Julieta Soares de Alencar** que infelizmente não estão mais entre nós para presenciar esse momento, mas se faz necessário agradecer a educação recebida, o exemplo de luta, e o amor que me faz fortalecido até hoje. À minha amada esposa **Cibele Silva do Couto**, não existem palavras pra agradecer toda sua colaboração e dedicação às nossas vidas, obrigado por todo amor, companheirismo, e por ser minha alma gêmea nas batalhas do dia-dia impostas pela vida.” **Te Amo**, aos nossos queridos cães, **Vida, Juninho e Rodolfo**, que sempre nos trouxeram alegria no dia-dia. À minha sogrinha **Lenir Silva do Couto** e meu sogro **Sidney Terra Machado** e familiares com todo amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais antes de tudo, pelo amor dedicado a mim, por terem me fornecido a vida, e diante da mais difícil batalha, buscarem recursos inestimáveis para manter-me vivo. E ao passar dos anos, terem me conduzido pelo caminho da boa conduta, pelas boas conversas e orientações, pelo carinho e ajuda, pelo incentivo e especialmente, por acreditarem em minha capacidade como ser humano. Amo vocês.

À minha amada e incrível esposa, Cibele Silva do Couto, agradeço pela cumplicidade nas batalhas do dia-dia, sempre ao meu lado me apoiando e melhorando nossas ideias em busca de uma vida tranquila e equilibrada. Obrigado por ser quem você é, e como você é...saiba que sua personalidade me encanta e seus pensamentos me fascinam...AMO você, por todas suas incontáveis qualidades e virtudes as quais não poderiam ser listadas nestes agradecimentos por falta de espaço.

Às minhas irmãs Cibele e Julieta pelo amor, carinho e colaboração. Amo vocês. Aos meus familiares, muito obrigado por compreender minha ausência, mas era necessário na busca pelos meus objetivos.

Ao meus grandes amigos e mestres no início de tudo, Dr. Fábio Campelo Maranhão e Dr. Marcelo Weinstein Teixeira, pela oportunidade de obter conhecimento técnico, incentivo ao desenvolvimento profissional, colaboração, amizade, confiança, parceria....e às inúmeras mudanças proporcionadas em minha vida, pelos conhecimentos adquiridos no período em que, como estagiário, pude aprender com estes excelentes profissionais.

Aos meus amigos e colaboradores na realização das pesquisas, Maicol Ache Cancian (meu braço direito), Shaiane Mejolaro (minha estagiária anestesista favorita), Bernardo, Maurício Tatto (meu 2º braço direito) fundamentais à realização de minhas pesquisas de mestrado e posteriormente de doutorado na UFSM. Espero ter contribuído com seus conhecimentos, e estimulado seus pensamentos ao avanço da medicina veterinária.

Ao Prof. Maurício Veloso Brun, por toda colaboração, e principalmente pela disponibilização de seus equipamentos de vídeo cirurgia, os quais foram utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientador de mestrado na UFSM, Prof. Alceu Gaspar Raiser, pela orientação, ajuda, incentivo e principalmente pelos ensinamentos e amizade.

Ao meu primeiro orientador de doutorado na UFSM, Prof. Ney Luis Pippi, agradeço pela vivência avançada de docência, pelos ensinamentos cirúrgicos e por toda sua dedicação ao ensino da medicina

A minha orientadora final de doutorado na UFSM, Profª Dra. Fernanda Flores Vogel, agradeço pela atenção dedicada na conclusão de meu doutoramento.

Aos professores e pós-graduandos em Medicina Veterinária da UFSM, por todo conhecimento compartilhado.

Ao CNPq/CAPES pela disponibilização da bolsa de estudos e à Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO

MODELO EXPERIMENTAL DE FRATURAS DE COSTELAS E PROPOSIÇÃO DE DISPOSITIVO PARA ANCORAGEM DE SUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO COSTAL – COMPARAÇÃO (EX VIVO) DA ABORDAGEM CIRÚRGICA CONVENCIONAL COM A VÍDEO-CIRÚRGICA

AUTOR: Antonio Soares Coutinho Junior
ORIENTADORA: Fernanda Flores Vogel

O traumatismo torácico é uma afecção de comum ocorrência no atendimento emergencial de pequenos animais, sendo causado por trauma contuso ou penetrante da parede torácica, havendo possibilidade de lesão em costelas e/ou tecidos moles (músculos e vísceras), e ser fechado ou aberto. Definido como objetivo de pesquisa minimizar o trauma produzido pela abordagem cirúrgica convencional, buscou-se o desenvolvimento de método cirúrgico minimamente invasivo, por vídeotoracoscopia e CTVA (Cirurgia Torácica Vídeo Assistida) para redução e estabilização de fraturas de costelas em cães e gatos. Esta pesquisa foi realizada em duas fases: 1ª Fase – Peças anatômicas - foi realizado estudo de revisão anatômica, definição da abordagem vídeotoracoscópica e avaliação de modelo de fratura de costelas, sendo utilizadas 5 unidades experimentais (cadáveres de cães) nesta fase da pesquisa; 2ª Fase – Análise experimental *post mortem* - foi realizada em duas etapas: 1ª Etapa – Desenvolvimento, padronização e treinamento da técnica de sutura circuncostal, para redução e estabilização de fraturas de costelas, associada ou não à vídeo cirurgia, sendo utilizadas 2 unidades experimentais nesta etapa; 2ª Etapa – Aplicação experimental da técnica proposta (suturas circuncostais), sendo necessárias 10 unidades experimentais de qualquer tamanho, idade e gênero. Estas foram numeradas de acordo com a aquisição, sendo realizadas as técnicas propostas em ambos os hemitórax, porém nas unidades experimentais pares, no hemitórax esquerdo foi realizada às cegas, e no hemitórax direito, mediante técnicas de CTVA. O inverso foi utilizado para as unidades experimentais de número ímpar, dessa forma, a técnica propostas foi aplicada em ambos hemitórax, de todas as unidades experimentais, objetivando comparar a realização tradicional às cegas, com a utilização de métodos vídeocirúrgicos. Conclui-se que a realização por vídeo cirurgia das suturas circuncostais, possibilitam evitar a ocorrência de lesões iatrogênicas, as quais ocorreram na execução convencional (às cegas), e que as suturas circuncostais em associação ao dispositivo polivalente de estabilização costal, possibilitaram adequada redução e estabilização das fraturas de costelas, mediante abordagem minimamente invasiva por toracoscopia paraxifóide transdiafragmática, de forma a promover menor trauma e morbidade operatória neste tipo de intervenção cirúrgica.

Palavras-chave: toracoscopia; trauma torácico; fratura de costelas; tórax instável; ortopedia.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL MODEL OF RIB FRACTURES AND PROPOSITION OF A DEVICE FOR ANCHORING COSTAL STABILIZATION SUTURES - COMPARISON (*EX VIVO*) OF THE CONVENTIONAL SURGICAL APPROACH WITH THE VIDEO-SURGERY

AUTHOR: ANTONIO SOARES COUTINHO JÚNIOR
ADVISOR: FERNANDA FLORES VOGEL

Chest trauma is an affection of a common occurrence in the emergency care of small animals, being caused by blunt or penetrating trauma to the chest wall, with the possibility of injury to ribs and / or soft tissues (muscles and viscera), being open or open. The aim of this study was to develop a minimally invasive surgical method for video-assisted thoracoscopy and CTVA (Video Assisted Thoracic Surgery) for the reduction and stabilization of rib fractures in dogs and cats. A study was carried out on anatomical revision, definition of the videothoracoscopic approach and evaluation of the model of fracture of ribs, being 5 experiments in stages (cadavers of dogs); Phase 2 - Post mortem experimental analysis - was performed in two stages: 1 st Stage - Development, standardization and training of the circumferential suture technique, for reduction and stabilization of rib fractures, associated or not with video surgery, using 2 experimental units in this stage; 2nd Stage - Experimental use of the proposed technique (circumvector sutures), requiring 10 experimental units of any size, age and gender. These were numbered according to the purchase, having undergone a series of techniques at both levels, although they were not tested by pairs, and were not made by us, and not by the right hemithorax, by CTVA techniques. The inverse was used as one of the experimental models of experimental partitioning, with a technique of application in both forms, with the aim of comparing a traditional blind version with a use of videurgical methods. We conclude video-rendering of the circumflex chains, allowing the occurrence of iatrogenic lesions, such as the conventional (blind) execution occurrences, and the circumscribed sutures in association with the polyvalent costal stabilization device, allowed the adequate reduction and stabilization of fractures of ribs, by minimally invasive approach by transdiaphragmatic paraxiphoid thoracoscopy, in order to promote less trauma and operative morbidity in this type of surgical work.

Keywords: thoracoscopy; thoracic trauma; fracture of ribs; unstable thorax; orthopedics

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 - Produção experimental de fraturas em costelas de cães -

Estudo ex vivo

- FIGURA 1.** Fraturador Experimental Minimamente Invasivo (FEMI), produzido mediante modificação de uma pinça de Backhaus, o qual permite a produção fechada de fraturas em costelas de cães e gatos, mediante aplicação de braço de alavanca..... 35

ARTIGO 2 – Dispositivo polivalente de estabilização de costelas

- FIGURA 1.** Produção de suturas circuncostais por CTVA (Cirurgia Torácica Vídeo Assitida) e associação à dispositivo polivalente de fixação externa. A – Transiluminação produzida por toracoscopia paraxifóide transdiafragmática. Possibilita a análise interna e externa de toda parede torácica; B – A aplicação das suturas circuncostais auxiliada pela toracoscopia paraxifóide. Menor riscos de iatrogenias, quando comparado ao procedimento proposto por BJORLING, 1982 (às cegas). C, D, E e F – Após a aplicação dos fios de estabilização costal, os fios são ajustados ao dispositivo polivalente de fixação externa, e fixados a este mediante realização de nós cirúrgicos; G – Este método pode ser realizado em ambos os hemitórax, como demonstrado na imagem..... 47
- FIGURA 2.** Dispositivos polivalentes de estabilização de costelas, recortáveis, moldáveis e esterilizáveis (Óxido de Etileno). Pode ser adequado a qualquer tamanho de paciente canino ou felino. B - Recorte do dispositivo polivalente de estabilização de costelas, para adequação as dimensões ao tórax em que será aplicado..... 48
- FIGURA 3.** Imagem radiográfica após implantação do dispositivo de estabilização de costelas, o qual não impede a avaliação do gradil costal, possibilita analisar a redução obtida pela intervenção cirúrgica (seta amarela – indicando inadequada redução e coaptação dos fragmentos da 8ª costela direita)..... 49
- FIGURA 4.** A – Visão externa do procedimento de suturas transcostais; B – Técnica 1. Após a perfuração através das extremidades dos

fragmentos da costela, foram inseridas agulhas (40X16mm), utilizadas como micro portais videocirúrgicos. O material de sutura foi inserido no tórax, através do primeiro microportal vídeo cirúrgico (seta verde), e com uma pinça hemostática videocirúrgica (seta vermelha), foi conduzido através do segundo microportal vídeo cirúrgico, ao exterior da cavidade torácica (seta amarela).; C – Aspecto final após produção da Sutura Transcostal. A associação com as suturas circuncostais (setas azuis), permitiram adequada redução e coaptação dos fragmentos que foram tensionados entre si pela Sutura Transcostal (seta preta)

50

FIGURA 5. A – Técnica 2A. O posicionamento dos micro portais vídeo cirúrgicos, foi realizado através dos fragmentos da costela alvo, sendo inserida alça de fio de aço (seta amarela) através do micro à direita da imagem. Esta alça foi mobilizada por pinça hemostática vídeo cirúrgica (seta vermelha) e posicionada de modo a circundar o microportal vídeo cirúrgico à esquerda da imagem. Após esta etapa, por este mesmo microportal vídeo cirúrgico foi inserido fio de poliamida (seta verde) o qual foi tracionado ao exterior do tórax, pela alça do fio de aço; B – Técnica 2B. Através do microportal vídeo cirúrgico (seta preta) foi inserida alça de fio de aço 2-0 (seta azul), através da qual passou-se fio de poliamida guiado por porta-agulha vídeo cirúrgico (seta verde).; C – Visão externa do procedimento de Sutures Transcostais. O fio de poliamida foi tracionado ao exterior da cavidade torácica, juntamente com o fio de aço e o microportal vídeo cirúrgico (agulha 40X16mm) (seta azul), sendo reparado na extremidade oposta por pinça hemostática de Crile (seta amarela). As suturas circuncostais (setas pretas) auxiliaram na redução dos fragmentos de costela, que foram visualizados através do acesso paraxifóide – micro câmara (seta cinza), e a adequada coaptação destes foi realizada pelo acesso intercostal – portal de trabalho (seta roxa) pela utilização de pinça hemostática vídeo cirúrgica.....

51

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	Tipos de fraturas produzidas experimentalmente por aplicação do método FEMI (Fratador Experimental Minimamente Invasivo)	35
-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Padrão de organização dos procedimentos vídeoassistidos, e às cegas.....	58
QUADRO 2. Lesões iatrogênicas produzidas pelas intervenções às cegas.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Problema	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Justificativa	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Anatomia torácica	17
2.2 O Sistema esquelético, fisiopatologia das fraturas, instabilidade de parede torácica	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Do acondicionamento, congelamento, descongelamento e utilização das unidades experimentais	26
4.2 Do modelo experimental das fraturas de costelas (FEMI)	26
4.3 Do local de realização do estudo	27
4.4 Da análise experimental	27
4.4.1 Dos procedimentos cirúrgicos experimentais	28
4.4.2 Do dispositivo polivalente de fixação externa	28
4.5 Do destino dos cadáveres	29
5 DISCUSSÃO	30
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

O traumatismo torácico é uma afecção frequente no atendimento emergencial de pequenos animais, sendo mais comum em cães do que em gatos segundo OLSEN (2002), e sendo causado por trauma contuso ou penetrante da parede torácica, havendo ainda a possibilidade de lesão em costelas e/ou tecidos moles (músculos e vísceras), e ser fechado ou aberto (OLSEN, 2013).

A abordagem inicial do paciente de trauma de modo geral, deve ser guiada inicialmente pelos conceitos do ATLS (Advanced Trauma Life Support), seguindo o protocolo ABCDE de atendimento emergencial, devendo levar em consideração os sinais clínicos apresentados em cada caso, e a intervenção cirúrgica muitas vezes pode não ser necessária, porém deve ser considerada, caso haja evidência simultânea de alterações do espaço pleural, tais como, lesão penetrante na parede torácica, perfurações ou ruptura do parênquima pulmonar e sangramento secundário ao segmento móvel da parede torácica (Bastos, R., Calhoon, J.H., Baisden, C.E., 2008).

Na ocorrência de traumatismo torácico, podem estar presentes: contusão pulmonar, pneumotórax, hemotórax, fraturas de costelas sem ou com instabilidade de parede torácica - *Flail Chest* (OLSEN, 2002).

Os pacientes que sofreram trauma torácico podem apresentar dispneia, a qual deve ser tratada mediante oxigênio-terapia, a qual deve ser continuada em casos de suspeita de contusões pulmonares, e caso seja definida suspeita de distúrbio do espaço pleural deve ser realizada toracocentese diagnóstica. Comumente podem estar presentes feridas abertas, as quais devem ser adequadamente higienizadas, mediante jatos com solução fisiológica, e protegidas pela aplicação imediata de bandagens. Após estas medidas deve ser instituída terapia antimicrobiana adequada às lesões, e considerada exploração cirúrgica em caso de ferimentos penetrantes (ORTON, 1995; OLSEN 2013).

A estabilização do paciente geralmente se concentra no gerenciamento da dor para melhorar a ventilação pulmonar, devendo o paciente ser posicionado em decúbito lateral sobre o lado afetado, de modo a melhorar a estabilidade da parede torácica, dando mais conforto ao paciente. A dor pode levar a taquipnéia,

hipoventilação e subsequente atelectasia. Além disso, pode haver diminuição do reflexo da tosse e retenção de secreções nas vias aéreas, o que tornam esses pacientes mais suscetíveis a pneumonia (TRUITT, 2011).

As lesões em parede torácica, especialmente as fraturas de costelas, provocam dor severa, que leva a hipoventilação. Nestas situações, a terapia analgésica agressiva deve ser instituída, sendo baseada na associação sistêmica de opióides, bloqueios intercostais e/ou bloqueio epidural. As dosagens dos analgésicos podem ser encontradas no quadro 3 (ANEXOS).

O tórax instável ocorre quando pelo menos duas costelas são fraturadas em dois pontos ocasionando perda de sua continuidade com a parede torácica, e dessa forma possibilitando a presença de movimentação paradoxal, resultante das alterações na pressão intrapleural, situação em que, o segmento fraturado move-se para dentro durante a inspiração e para fora durante a expiração (CUNHA, 2009).

A condição pode acontecer em ambos os lados do tórax, e segundo OLSEN (2002) o número de costelas fraturadas pode variar entre três a sete, sendo o pneumotórax diagnosticado em 58% dos casos. Este autor ainda afirma que as mordidas de cães são a causa mais comum de instabilidade de parede torácica, seguido pelo trauma por atropelamento automobilístico.

A ocorrência de trauma contra a parede torácica, pode ocasionar lesões aos tecidos moles, e a ocorrência de lesões sobre os músculos respiratórios (intercostais internos e externos, serráteis ventral e dorsal (cranial e caudal), Escaleno, Oblíquo abdominal interno e externo, Reto abdominal, Reto torácico, Longuíssimo torácico, Grande Dorsal e Cutâneo do tronco) pode prejudicar substancialmente os movimentos respiratórios (ANDERSON,1993), e a dor associada ao tórax instável contribui significativamente para hipoventilação (BASTOS, R., CALHOON, J.H., BAISDEN, C.E., 2008; PETTIFORD, B.L., LUKETICH, J.D., LANDRENEAU, R.J., 2007; SMITH, 2004).

Segundo LUDWIG (2000) na ocorrência de lesão com presença de movimentação paradoxal do tórax, um total de 75-100% dos pacientes

veterinários terão concomitante contusões pulmonares, em decorrência do deslocamento abrupto de segmento de parede torácica.

A função pulmonar pode ser comprometida por contusões pulmonares, derrames pleurais e pneumotórax resultantes do trauma inicial que induziu a instabilidade de parede torácica, e o efeito ocupação de espaço, nestes casos, acentua a dificuldade respiratória (ANDERSON,1993; TRINKLE, 1975).

O diagnóstico de fraturas de costela e instabilidade de parede torácica geralmente é realizado por exame físico e radiografia de tórax (ORTON, 1993), e nestas avaliações podem ser encontradas anormalidades radiográficas concomitantes, tais como enfisema subcutâneo e pneumotórax (ORTON, 1995).

As anormalidades respiratórias nos pacientes com tórax instável podem ser graves, e incluem redução da capacidade vital, da capacidade residual funcional, hipoxemia, redução da complacência pulmonar, aumento da resistência das vias aéreas e aumento do esforço para respirar. Sendo estas, resultado da alteração na mecânica respiratória, associada à possível lesão pulmonar e dor torácica, que progressivamente levam à hipoventilação secundária, que pode evoluir para insuficiência respiratória e óbito (FRAGA & KIM, 2002).

A abordagem inicial do paciente de trauma torácico deve levar em consideração os sinais clínicos apresentados em cada caso, e a intervenção cirúrgica muitas vezes pode não ser necessária, porém deve ser considerada, caso haja evidência simultânea de alterações do espaço pleural, tais como, lesão penetrante na parede torácica, perfurações ou ruptura do parênquima pulmonar e sangramento secundário ao segmento móvel (Bastos, R., Calhoon, J.H., Baisden, C.E., 2008).

A terapia analgésica agressiva pode causar depressão respiratória, e o monitoramento cuidadoso destas alterações deve ser realizado rigorosamente (TRUITT, 2011), devendo ser avaliada simultaneamente a presença de hipoxemia persistente, hipoventilação ou sinais de fadiga respiratória, o quais indicam a necessidade de ventilação mecânica, sendo nestes casos recomendada a estabilização cirúrgica da parede torácica (BJORLING,1982).

As lesões da parede do tórax que requerem tratamento cirúrgico são frequentemente causada por lesões traumáticas que podem ser penetrantes ou não. As feridas penetrantes são frequentemente causadas por mordidas que atravessam a parede torácica, por projétil balístico ou outros tipos de projéteis não convencionais. As feridas não penetrantes são comumente associadas com feridas de mordida e fraturas de costela induzidas por trauma rombo da parede torácica (GRIFFIN & HOLT, 2001).

A taxa de mortalidade geral, segundo OLSEN (2002) é de 16,7% com uma taxa de sobrevivência de 93,3% de pacientes tratados medicamente e uma taxa de sobrevivência de 66,7% de pacientes tratados cirurgicamente. Porém nesta avaliação não houve uma abordagem padronizada para o tratamento, sendo difícil fazer conclusões sobre a indicação de administração cirúrgica versus médica.

1.1 O Problema

A ocorrência de contusões, com a produção de instabilidade da parede torácica, normalmente está associada a fratura de costelas, sendo a correção, tradicionalmente realizada por abordagem cirúrgica à parede torácica, através de incisão única ou pela combinação de incisões, dependendo da extensão das lesões e número de costelas que necessitem ser estabilizadas (OLSEN, 2002).

A abordagem convencional à cavidade torácica, quando comparada à abordagem videocirúrgica, demanda tempo cirúrgico maior, maior perda sanguínea no transoperatório, além de promover um maior trauma operatório, ocasionando grande lesão às estruturas que compõem a parede torácica, tais como os tecidos subcutâneos, músculos, vasos sanguíneos e nervos, e a exploração da cavidade por abordagem cirúrgica convencional dificulta a adequada exploração da toda extensão da cavidade torácica (WILLARD, 2002).

Em busca de minimizar a morbidade produzida pela abordagem cirúrgica convencional, propusemos a utilização de técnicas com mínima invasão cirúrgica

utilizando recursos vídeo-cirúrgicos associadas a estabilização fechada das fraturas de costelas, mediante aplicação de suturas circuncostais (BJORLING, 1982), em associação à dispositivo externo de estabilização costal.

Contando com a experiência dos autores (COUTINHO, *et al.*, 2012), a aplicação das técnicas descritas por BJORLING (1982), levaram a ocorrência de óbito em diversos casos em que foram aplicadas as referidas técnicas, e a ausência de relatos na literatura científica, de técnica videocirúrgica para este fim, motivou a busca do desenvolvimento desta nova abordagem para estabilização de fraturas de costelas, pois procedimentos menos invasivos promovem melhor e mais rápida recuperação dos pacientes frente a diversas enfermidades.

A hipótese a ser testada é de que a técnica a ser implementada, para a estabilização de fraturas de costelas por uma abordagem minimamente invasiva, mediante cirurgia torácica vídeo-assistida (CTVA), possibilite adequada redução e estabilização de fraturas de costelas induzidas em cadáveres de cães, de modo a corrigir a presença de instabilidade da parede torácica.

A implementação do método a ser desenvolvido possibilitará o atendimento emergencial, à pacientes de trauma torácico, trazendo benefícios quanto à menor lesão tecidual, menor perda de sangue e maior possibilidade de avaliação intratorácica, quando em comparação à abordagem convencional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Buscou-se avaliar a aplicação de método de suturas circuncostais (BJORLING, 1982) associadas à dispositivo externo de estabilização costal, de modo a promover abordagem minimamente invasiva, para estabilização de fraturas de costelas produzidas experimentalmente em cadáveres de cães.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver método para produção de fraturas de costelas, com mínima invasão e sem a necessidade de acesso cirúrgico;
- Comparar a execução das técnicas propostas por BJORLING (1982), por CTVA, com a execução “às cegas” (sem utilização dos recursos vídeocirúrgicos) da mesma;
- Avaliar a parede torácica, quanto à coaptação e estabilização das fraturas de costelas, produzidas pela aplicação das técnicas a serem implementadas, mediante exames toracoscópicos e radiográficos;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia torácica

A cavidade torácica é uma legítima obra de arte da natureza, na qual a associação entre pele, subcutâneo, músculos, ossos, ligamentos, sangue, vasos e nervos permitem ao mamífero, a possibilidade de respirar e adquirir os substratos necessários ao funcionamento de seu próprio organismo. Em sua porção mais superficial encontra-se a pele da região torácica, que se apresenta solta nas laterais do tórax e mais aderida no esterno e vértebras torácicas (POPESKO, 1978).

As delimitações do tórax dos cães são constituídas pela parede dorsal do tórax, na qual são encontradas as vértebras torácicas, as paredes laterais esquerda e direita do tórax, que são formadas pelas costelas músculos intercostais internos, intercostais externos, músculo grande dorsal, e músculo cutâneo do tronco (EVANS & DE LAHUNTA, 2010).

A parede ventral do tórax é formada pelo esterno, cartilagens costais, músculos peitorais superficiais (descendente e transversos), músculo peitoral

profundo (ascendente), músculo serrátil ventral, músculo reto do tórax, músculo transverso do tórax e músculo escaleno do tórax. A parede caudal do tórax é formada pelo músculo diafragma, que possui as porções tendinosa e muscular. Que dentre outras funções, servem de suporte a estruturas importantes, como artérias, veias e ao esôfago, que o atravessam pelas aberturas dos grandes vasos e hiato esofágico respectivamente (REECE, 2008).

2.2 O Sistema esquelético, fisiopatologia das fraturas, instabilidade de parede torácica.

O sistema esquelético é dividido em esqueleto axial, que compreende crânio, coluna vertebral, costelas e esterno, e o esqueleto apendicular, que é dividido em cingulos do membro torácico e pélvico. Na composição do esqueleto ósseo, existem quatro tipos de ossos, que são caracterizados como: longos, curtos, planos e irregulares (EVANS & DE LAHUNTA, 2010).

O sistema ósseo constitui a maioria das estruturas no sistema esquelético, e este sistema desempenha diversas funções, como: sustentação, sítios de fixação, colabora com o sistema de alavancas, faz proteção, armazenamento de cálcio e minerais como também hematopoese (HAMILL, KNUTZEN, 2012).

As costelas formam a maior parte do esqueleto torácico, e geralmente, há 13 pares de costelas no cão e no gato. Cada costela é dividida em uma parte óssea dorsal convexa lateralmente e caudalmente convexa, e uma parte cartilaginosa ventral, a cartilagem costal. As primeiras nove costelas articulam-se com o esterno e são chamados de costelas esternais ou verdadeiras, e as últimas quatro são chamadas de costelas asfíxiais ou falsas (REECE, 2006).

As cartilagens costais unem-se com a cartilagem da última costela esternal (a nona) para formar o arco costal de cada lado, e como as cartilagens do último par de costelas terminam livremente na musculatura, essas são chamadas de costelas flutuantes. O espaço entre as costelas adjacentes é

conhecido como o espaço intercostal, os quais são duas ou três vezes maiores que as costelas adjacentes (EVANS & DE LAHUNTA, 2010).

Uma costela típica apresenta uma extremidade vertebral, uma extremidade esternal e um eixo intermédio ou corpo. A extremidade vertebral consiste na cabeça, colo e tubérculo costal. A cabeça da costela possui uma superfície articular em forma de cunha que articula com fovea costal, adjacentes de corpos vertebrais contíguos e a fibrocartilagem intermediária (REECE, 2008).

Na região torácica T1-T10, a cabeça de cada costela articula-se sobre o disco intervertebral com a fovea costal formada por parafofias de vértebras adjacentes. Na décima primeira vértebra torácica, o par caudal de fovea costal desaparece à medida que as últimas duas ou três costelas se articulam apenas com as vértebras correspondentes. As cabeças dessas costelas são modificadas em conformidade, e cada uma delas não tem a crista que separa as duas superfícies articulares quando elas estão presentes (EVANS & DE LAHUNTA, 2010).

O tubérculo da costela tem uma superfície articular (*facies articularis tuberculi costae*) para articulação com o processo transversal da vértebra do mesmo número. O espaço entre o pescoço e o tubérculo da costela e o corpo da vértebra é conhecido como forame costotransparente, que é homóloga ao forame transverso de uma vértebra cervical. Nas últimas duas ou três costelas, as superfícies articulares da cabeça e a do tubérculo tornam-se confluentes, mas a tuberculose permanece para a fixação muscular (EVANS & DE LAHUNTA, 2010).

O corpo da costela, em geral, é cilíndrico e ligeiramente alargado na junção costocondral. As costelas terceira, quarta e quinta mostram alguma compressão lateral das metades distantes das partes ósseas. Nas grandes raças, as costelas são mais planas do que nas raças pequenas. O ângulo é a curvatura acentuada da costela a aproximadamente 2 cm distal ao tubérculo. O sulco costal na superfície interna, para os vasos intercostais e nervos, não é distinto em nenhuma das costelas (POPESKO, 1978).

A cartilagem costal é a continuação distal cilíndrica cartilaginosa da costela óssea, sendo menor em diâmetro do que a costela óssea e, em cães maduros, pode ser calcificada, e ao se inclinarem cranialmente, ligam-se as esternebras correspondentes (1ª costela/1ª cartilagem/1ª esternebra) (REECE, 2008).

A subunidade da estrutura do osso compacto é o ósteon (sistema harvesiano), que faz a organização das fibras colágenas e da substância fundamental mineralizada de uma forma seriada única espiralada concêntrica, formando as lamelas, que traz rigidez devido à presença dos cristais de fosfato de cálcio, que permitem que o osso cortical receba grandes cargas em compressão (NEUMANN, 2011).

O osso é dinâmico, apresenta movimentação constante com entrada e saída de minerais. O osso tem em sua composição uma matriz de sais inorgânicos e colágeno, que é encontrado em todo o tecido conjuntivo. Os minerais cálcio e fosfato, aliados ao colágeno, constituem cerca de 60 a 70% do tecido ósseo e a água constitui aproximadamente 25 a 30% do peso ósseo (HAMILL, KNUTZEN, 2012).

Os osteoblastos são envoltos pela substância fundamental secretada, eles ficam confinados em espaços estreitos posicionados entre as lamelas do ósteon. Esses osteoblastos em confinamento, tecnicamente, passam a se chamar osteócitos. Os ossos são atravessados pelos vasos sanguíneos, onde partem do periósteo externo e das superfícies endósteas internas (NEUMANN, 2011).

O estresse causa uma deformação (mudança de direção) que acontece dentro da estrutura óssea, em resposta às cargas aplicadas no sentido de fora para dentro do osso. Basicamente a deformação pode ser linear, causando mudança no comprimento da espécie, e a deformação tangencial, que leva a mudanças nas relações angulares dentro da estrutura óssea (NORDIN; FRANKEL, 2003).

O estresse é uma carga ou força por unidade de área que se desenvolve em uma superfície plana dentro de uma estrutura em resposta às cargas

aplicadas externamente. As três formas de medir o estresse no osso são as unidades padronizadas, como o Newton por centímetro quadrado (N/m^2); Newton por metro quadrado ou pascal (N/m^2 , pa); e o meganewton por metro quadrado ou megapascal (MN/m^2 , MPa) (NORDIN, FRANKEL, 2003).

Fisiologicamente as forças exercidas sobre as costelas estão relacionadas a tração dos músculos respiratórios, durante os ciclos respiratórios, sendo o deslocamento fisiológico das costelas realizados em movimento de alça de balde, sendo deslocadas cranialmente na inspiração e caudalmente na expiração (REECE, 2006).

Segundo CAPPELLO, LEGRAND, DE TROYER, (1999), em estudo realizado para avaliação das causas da movimentação paradoxal, em casos de trauma torácico, o deslocamento respiratório das costelas fraturadas é principalmente determinado pela queda da pressão pleural (D Ppl) e a ação dos músculos intercostais e paraesternais.

Ainda neste estudo os pesquisadores afirmam, que a secção bilateral das raízes nervosas dos nervos frênicos na região cervical, causaram redução da queda da pressão pleural em 34%, dessa forma promovendo um aumento de 39% na atividade inspiratória paraesternal, com Redução do acentuado deslocamento das costelas, durante a inspiração.

Essas observações, portanto, confirmam que em cães com instabilidade de parede torácica, o deslocamento inspiratório das costelas fraturadas é estabelecido pelo equilíbrio entre a força relacionada à pressão pleural e a gerada pelos músculos intercostais e paraesternais. Essas observações também apontam para a importância crítica do padrão de ativação muscular inspiratória na determinação da magnitude do paradoxo da caixa torácica em tais pacientes (CAPPELLO, LEGRAND, DE TROYER, 1999).

A estrutura óssea tem arquitetura e propriedades mecânicas variadas, assim como sua composição, a qual define sua resistência e rigidez, de acordo com a carga e esforço ao qual estes tecidos são submetidos e que definirão suas propriedades estruturais.

As fraturas geralmente decorrem de lesões traumáticas, com uma carga de alta magnitude imposta ao osso que acontece por meio das forças de tensão, cisalhamento, compressão, encurvamento e torção, atuando juntas ou separadas. Em uma análise mecânica, fratura representa a perda da capacidade óssea de transmitir dentro da normalidade a carga durante o movimento, causada pela perda da integridade da estrutura esquelética (RUARO, 2004; SIZÍNIO et al., 1998).

Etiologicamente a fratura apresenta-se de formas variadas, o segmento acometido varia de acordo com o tipo de osso acometido, ao trauma e gravidade da lesão, e depende das forças atuantes no momento da mesma. O trauma pode acontecer por mordidas, acidente automobilístico, quedas, semiafogamentos, acidentes de trabalho, queimaduras, soterramentos, ferimentos por arma branca, queda sobre objeto pontiagudo, lesão por projétil balístico etc. (ZAGO, GRASEL, PADILHA, 2009).

Os acontecimentos envolvidos no processo de reparação óssea são de extrema complexidade, pois incluem uma série de eventos interagindo em prol da cura do osso, e esses eventos são: síntese de gene, atividade de grande quantidade de células e proteínas, atuando na restauração da integridade do tecido ósseo para a restauração das extremidades envolvidas na fratura, tendo o osso esponjoso uma maior capacidade de reparação quando em comparação ao osso cortical, pela maior concentração de medula óssea (FEITOSA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011).

O tratamento das fraturas de costelas pode ser realizado por abordagem conservativa, em lesões simples com presença de fraturas incompletas e com pouco deslocamento dos fragmentos costais, porém quando da ocorrência de múltiplas fraturas, ou deslocamento dos fragmentos em direção aos pulmões, se faz necessária intervenção cirúrgica, devendo o paciente ser posicionado em decúbito lateral sobre o lado afetado, objetivando estabilizar parcialmente os fragmentos de costelas no período pré-operatório (LOWDERMILK, G.A.; NAUNHEIM, K.S., 2000).

A abordagem cirúrgica tradicional para cães e gatos busca, minimizar as alterações causadas pelo traumatismo nas costelas, de forma a reestabelecer a

adequada arquitetura e mecanismos ventilatórios regulares, sendo, a osteossíntese das costelas realizada à céu aberto normalmente ((LOWDERMILK, G.A.; NAUNHEIM, K.S., 2000).

Em uma abordagem convencional, a estabilização de costelas pode ser realizada pela aplicação de cerclagens, fios de Kirschner aplicados no espaço intercortical ou cruzados através do foco da fratura costal (WILLARD, 2002).

Outra opção descrita na literatura (BJORLING, 1982) é a abordagem fechada, mediante aplicação de suturas circuncostais fixadas à tala externa ao tórax, para estabilização das fraturas de costelas. Este método permite a redução e estabilização dos fragmentos costais sem a necessidade de acesso cirúrgico à cavidade torácica.

Diferentes dispositivos externos foram descritos para estabilização da parede torácica instável, mediante aplicação das suturas circuncostais, as quais devem ser aplicadas rentes a costela, evitando a compressão do plexo intercostal (OLSEN, 2013).

A quantidade de suturas deve ser aplicada de acordo com a quantidade de fraturas presentes, e para auxiliar na estabilidade, devem ser aplicadas suturas ao redor de uma costela cranial e uma caudal ao segmento torácico instável, para melhorar a estabilidade e fixação do dispositivo externo.

Dentre os materiais propostos para esta aplicação, são referenciados na literatura as barras de alumínio, abaixadores linguais, polimetilmetacrilato ou a associação destes (OLSEN, 2013).

As fraturas em costelas podem ocorrer em qualquer ponto de sua estrutura óssea, e os dispositivos descritos na literatura (BJORLING, 1982; ANDERSON, *et al.* 1993; ORTON, 1994; OLSEN, *et al.* 2002; SLENSKY, 2009) estão limitados a estabilização de região linear do gradil costal, assim dificultando aplicação a todos os casos de fraturas em múltiplas costelas.

A cirurgia endoscópica caracteriza-se pelo mínimo acesso cirúrgico, e utilização de endoscópio para visualização intracavitária, e pode ser utilizada para procedimentos em qualquer cavidade corporal, sejam eles diagnósticos ou cirúrgicos (FREEMAN, 1998).

O acesso para toracoscopia, segundo FREEMAN (1998) pode ser realizado através de abordagem intercostal ou paraxifóide transdiafragmática, possibilitando a realização de procedimentos vídeo-assistidos mediante aplicação das técnicas de cirurgia torácica vídeo assistida – CTVA.

Outros autores citam a possibilidade de acessos alternativos, como o transcervical, que tem sido empregado em humanos para ressecção de tumores torácicos apicais, principalmente os que requerem intervenção sobre os vasos subclávios. Em medicina veterinária o acesso transcervical tem sido utilizado em associação à acesso intercostal, para abordagens ao mediastino cranial, como em uma timectomia (BASSO, 2015).

A toracoscopia é um procedimento cirúrgico realizado mediante introdução de um endoscópio para visualização intratorácica, e apresenta como vantagens melhor visualização do interior da cavidade torácica, mínima incisão, recuperação pós-cirúrgica menos dolorosa e mais rápida, redução do período de hospitalização e mínima manipulação das estruturas internas (FREEMAN, 1998).

Alguns autores como REMEDIOS & FERGUSON (1996) consideraram ainda limitado o acesso toracoscópico na medicina veterinária, sendo a maioria dos estudos levados em consideração, restritos à exploração diagnóstica de cavidades.

Porém, ultimamente a toracoscopia vem avançando na Medicina Veterinária, sendo utilizada experimentalmente nas biópsias pulmonares (BASSO, 2010), lobectomias (GARCÍA et al., 1998), pericardiectomias (WALSH et al., 1999), diagnóstico e tratamento de hérnias diafragmáticas (BECK, 2004), ressecção de nódulos pulmonares (NAKAJIMA et al., 2000), excisão e drenagem pericárdica, pleurodesis e biópsias pulmonares (MACK et al. 1992), e drenagem de abscesso mediastinal em cães (CHUNG & RITCHIE, 2000).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em duas fases:

- 1ª Fase / Artigo 1 – Modelo experimental de fraturas de costelas.
Nesta fase foi realizada a criação e treinamento de método fechado de produção de fratura em costelas de cães, sendo desenvolvido instrumento cirúrgico experimental, o Fraturador Experimental Minimamente Invasivo (FEMI). Foram utilizados 5 cadáveres de cães, nos quais produziu-se fraturas da 4ª à 12ª costelas, em ambos os hemitórax, totalizando 90 unidades experimentais. A análise do método proposto foi realizada mediante toracoscopia paraxifóide transdiafragmática e avaliações radiográficas digitais (Metron-DVM, HVU/UFSM). Este método foi aplicado na 2ª Fase desta pesquisa.

- 2ª Fase – Desenvolvimento de dispositivo externo de estabilização costal e Comparação da aplicação convencional com a vídeo cirúrgica das suturas circuncostais em cadáveres de cães (realizada em 2 etapas).
 - 1ª Etapa: Desenvolvimento de dispositivo externo de estabilização costal, a partir de placas de alumínio recobertas com emborrachado EVA.
 - 2ª Etapa: Comparação da realização convencional (às cegas) com a aplicação videocirúrgica das suturas circuncostais e fixação à dispositivo externo de estabilização costal. Nesta etapa foram utilizados 10 cadáveres de cães (oriundos de doação por parte dos tutores), e a avaliação do método proposto foi realizada por toracoscopia paraxifóide transdiafragmática e radiografias torácicas para avaliação dos métodos utilizados.

4.1 Do local de realização do estudo

A Análise experimental *post mortem*, foi realizada no Laboratório de Cirurgia Experimental - LACE em sala anexa ao Bloco cirúrgico 5 do HVU/UFSM, na sala de práticas *post mortem*, sendo adequada a realização dos estudos videotoracoscópicos e desenvolvimento das técnicas propostas.

4.2 Do acondicionamento, congelamento, descongelamento e utilização das unidades experimentais

As unidades experimentais (10 cadáveres de cães) foram acondicionadas em sacos plásticos de 100 L, e mantidas sob congelamento, à -18 °C em freezer horizontal no Laboratório de Cirurgia Experimental - LACE em sala anexa ao Bloco 5 do HVU/UFSM, até sua utilização no experimento.

As unidades foram agrupadas em blocos de 5 unidades experimentais, as quais passaram por processo de descongelamento à temperatura ambiente, em tanque de aço inox por período mínimo de 48 horas e máximo de 96 horas, para adequado descongelamento.

Após adequada mobilidade do esqueleto apendicular e suficiente flacidez abdominal, sem a observação de porções congeladas, as unidades experimentais foram consideradas prontas à experimentação.

4.3 Do modelo experimental de fraturas de costelas

Diversos estudos já realizados sobre o tema de trauma torácico abordaram a correção das fraturas de costelas, sendo a produção experimental das fraturas realizadas mediante procedimento cirúrgico sobre a parede torácica, e secção das costelas à céu aberto.

Diante desta situação e buscando a aplicação de técnicas cirúrgicas com mínima abordagem, foi necessário o desenvolvimento de método que possibilitasse a produção de fraturas nas costelas de cadáveres de cães, sem a realização de abordagem cirúrgica com incisão dos tecidos torácicos.

Esta etapa da pesquisa originou o primeiro artigo produzido nas normas do Jornal Brasileiro de Cirurgia Veterinária (JBVC – MedVep) a partir desta tese,

o qual já foi submetido à publicação no citado periódico como apresentado a seguir:

Produção experimental de fraturas em costelas de cães - Estudo ex vivo

Experimental production of fractures in dogs' ribs - Ex vivo study

Antonio Soares Coutinho Júnior – Médico Veterinário, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Clínica de Cães e Gatos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-RS.

E-mail: antonioscj@gmail.com

Resumo

A busca por métodos cirúrgicos com mínima lesão tecidual é objeto de estudo em todo o mundo, e com este objetivo foi desenvolvido método com mínima invasão para produção experimental de fraturas de costelas em cadáveres de cães, o qual proporciona a produção fechada de fraturas de costelas, e possibilita a realização de estudos por aplicação de vídeotoracoscopia.

Palavras-chave: tórax, traumatismo, fratura experimental

Abstract

The search for surgical methods with minimal tissue injury is the subject of worldwide study, and with this objective was developed a minimally invasive method for the experimental production of rib fractures in cadavers of dogs, which provides the closed production of rib fractures, and allows the realization of studies by the application of video-assisted thoracoscopy.

Keywords: thorax, trauma, experimental fracture

INTRODUÇÃO E PROPOSIÇÃO

O traumatismo torácico é uma afecção de comum ocorrência no atendimento emergencial de pequenos animais, sendo causado por trauma contuso ou penetrante da parede torácica, havendo possibilidade de lesão em costelas e/ou tecidos moles (músculos e vísceras), e ser fechado ou aberto (1).

A busca por métodos de correção de lesões em parede torácica, tais como a correção de fraturas de costelas, é objeto de pesquisa no mundo inteiro, sendo encontrados nas bases de busca, diversos periódicos relacionados ao estudo do tema: Plastic Reconstructive Surgery; Thoracic Surgery; Journal Thoracic Cardiovascular Surgery; European Journal Cardiothoracic Surgery; Biomaterials.

Estudos realizados na medicina e medicina veterinária mundial e nacional, podem ser citados, e demonstram o desenvolvimento de técnicas para reconstrução do gradil costal em gatos, seres humanos e cães (2, 3, 4), e estas pesquisas buscaram o avanço dos recursos na manutenção de lesões do arcabouço ósseo, dado ao papel fundamental de sustentação da parede torácica promovido pelas costelas.

Buscando o desenvolvimento de métodos minimamente invasivos, realizou-se estudo para produção de fraturas de costelas em cães, objetivando posterior aplicação do método, em pesquisa de correção videotoracoscópica de fraturas de costelas em cães.

METODOLOGIA

O desenvolvimento da produção experimental de fraturas de costelas, foi motivado pela necessidade de realização de estudo abordando a temática do trauma torácico com presença de fraturas de costelas em cães, porém as induções das fraturas deveriam ser realizadas sem abordagem cirúrgica, pois em estudos posteriores os quais serão realizados, serão aplicados métodos de Videocirurgia (Toracoscopia, CTVA).

Dessa forma teve início a pesquisa que possibilitou a criação de método específico para a produção de fraturas nestes ossos, sem a necessidade de acesso cirúrgico.

A criação do método surgiu da necessidade dos pesquisadores, e utilizando os conhecimentos da técnica cirúrgica, em associação à criatividade dos pesquisadores, foi então produzido instrumental específico, o fraturador experimental minimamente invasivo (FEMI) (Fig.1) o qual permite a produção experimental de fraturas em costelas de cães, por método minimamente invasivo, sem a necessidade de incisões teciduais, método que possibilitaria a realização de pesquisas relacionadas ao trauma com fraturas em costelas.

Utilizou-se como base para criação do instrumento, uma pinça de Backhaus, tamanho 18, a qual foi modificada pela associação desta a um braço de alavanca em aço inox, soldado a um ramo da pinça (Figura 1), o qual possibilita a produção de força sobre um ponto específico da costela alvo, produzindo assim a fratura experimental.

A utilização do FEMI, consiste na inserção de um ramo da pinça, o qual deve ser inserido, no espaço intercostal cranial ou caudal a costela alvo, através da pele, tela subcutânea e músculos constituintes da parede torácica, sendo direcionado a circundar a costela alvo.

A aplicação do FEMI (Fratador Experimental Minimamente Invasivo) pode ser realizada de duas formas: aplicação da alavanca em direção dorsal (produção de fraturas proximais) ou aplicação da alavanca em direção ventral (produção de fraturas distais), sendo esta diferenciação realizada de acordo com o ponto escolhido para produção da fratura na costela.

O estudo de desenvolvimento da técnica foi realizado em cadáveres de cães, sem distinção de idade, gênero ou *causa mortis*. As unidades experimentais foram oriundas de clínicas veterinárias da cidade de Santa Maria, a partir de doações por parte dos tutores, os quais autorizaram por escrito a utilização dos cadáveres no estudo.

Estes foram mantidos em câmara fria, à temperatura de 0 °C até sua utilização, que seguiu o padrão de realização, às sextas-feiras de cada semana, de acordo com o surgimento dos cadáveres.

As unidades experimentais foram submetidas a avaliações radiográficas digitais (Metron-DVM, HVU/UFSM) em projeção ventro dorsal (VD), dorso ventral

(DV) lateral esquerda (LE), lateral direita (LD) e ventro dorsal oblíqua esquerda e direita (VDOE e VDOD) à 45° e 75° em relação à mesa radiográfica, sendo realizada avaliação prévia a aplicação do estudo, para definição de lesões pré-existentes.

Padronizou-se a produção de fraturas nas costelas de ambos os hemitórax, com aplicação do FEMI (Fratador Experimental Minimamente Invasivo) na direção dorsal para fratura experimental da 4^a à 12^a costelas, sob o ponto mais lateral da parede torácica, em 5 cadáveres de cães (totalizando 90 unidades experimentais), pois nessa região ocorre maior índice de lesões traumáticas, segundo a literatura (5).

Imediatamente após aplicação do FEMI para produção das fraturas, os cadáveres de cães foram radiografados novamente, para avaliação das lesões ósseas produzidas nas costelas alvo, sendo realizados exames radiográficos, nas mesmas projeções descritas nas avaliações prévias à experimentação (VD, DV, LE, LD, VDOE 45°, VDOE 75°, VDOD 45°, VDOD 75°).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos exames radiográficos, permitiu definir que das projeções avaliadas, as laterais (LE e LD) possibilitaram melhor avaliação da maior extensão dos seguimentos das costelas avaliadas, porém ocorre sobreposição das costelas contralaterais, o que pode gerar dúvidas da definição dos pontos com presença de fraturas nas costelas.

Os estudos radiográficos produzidos nas projeções VDOE/45°, VDOD/45° evidenciaram de forma mais clara, as lesões produzidas nos segmentos médios e dorsais das costelas em avaliação, e este posicionamento possibilitou melhor avaliação e definição das lesões presentes, e do lado acometido, por permitir melhor distinção do hemitórax envolvido.

As fraturas produzidas não apresentaram um padrão de ocorrência pelo método proposto, sendo avaliadas mediante aplicação do método estatístico de Análise de Variância (Anova, com $\alpha=0,05\%$). Foram realizados com um total de 90 fraturas produzidas em costelas de cadáveres de cães, onde 56,66% oblíquas (51 fraturas); 35,55% transversas (32 fraturas); 4,44% galho verde (4 fraturas); 2,22% incompletas (2 fraturas) e 1,11% cominutivas (1 fratura) (Gráfico 1).

A utilização do FEMI foi de simples e facilitada aplicação, e possibilitou a produção fechada de fraturas das costelas dos cadáveres de cães utilizados nesta pesquisa. A ocorrência de lesões aos tecidos moles ocasionadas pela aplicação do FEMI, está diretamente relacionada ao modo de sua utilização, como por exemplo a ocorrência de lesões ao plexo intercostal, a qual ocorreu quando da inserção do ramo perfurante do FEMI rente a borda caudal da costela alvo.

O desenvolvimento desse método reforça as possibilidades de pesquisas relacionadas ao estudo da reparação cirúrgica de lesões ósseas em costelas, mediante a produção experimental de fraturas nos citados ossos, sem a necessidade de secção dos tecidos moles constituintes da parede torácica.

CONCLUSÃO

O método de produção de fraturas fechadas em costelas de cadáveres de cães foi adequado à indução experimental de fraturas de costelas.

REFERÊNCIAS

1. FOSSUM, T. W. CIRURGIA DE PEQUENOS ANIMAIS. São Paulo: Ed. Roca, 2010.
2. RAPPETI, J. C. S. et al. Homoimplante de costela conservada em solução supersaturada de açúcar a 300% ou em açúcar in natura na reconstituição experimental de costelas em gatos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.6, p.1712-1718, nov-dez, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n6/a32v37n6.pdf>.
3. ZHANG, L.J. et al. A new alternative for bony chest wall reconstruction using biomaterial artificial rib and pleura: animal experiment and clinical application. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*, v.40, p.939-947, 2011. Disponível em: <http://ejcts.oxfordjournals.org/content/40/4/939.full.pdf+html?sid=5475843b-59fc4a5d-9908-a9f1b0078c50>. doi:10.1016/j.ejcts.2010.12.058.
4. COUTINHO, A. S. Prótese segmentar de costela para cães: da criação à avaliação in vivo – Dissertação de Mestrado, UFSM, 2013.
5. SANTOS, S. P.; CIMA, I.; LOPES, D. J.; COSTA, R. M.; STAINKI, D. R. Toracotomia para o reparo de tórax flutuante e pneumotórax em cão: relato de caso. In: XX congresso de iniciação científica, III Mostra científica, 2011. Anais eletrônicos... 2011. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2011/anais/pdf/CA/CA_00230.pdf.

ANEXOS



Figura 1. Fraturador Experimental Minimamente Invasivo (FEMI), produzido mediante modificação de uma pinça de Backhaus, o qual permite a produção fechada de fraturas em costelas de cães e gatos, mediante aplicação de braço de alavanca.

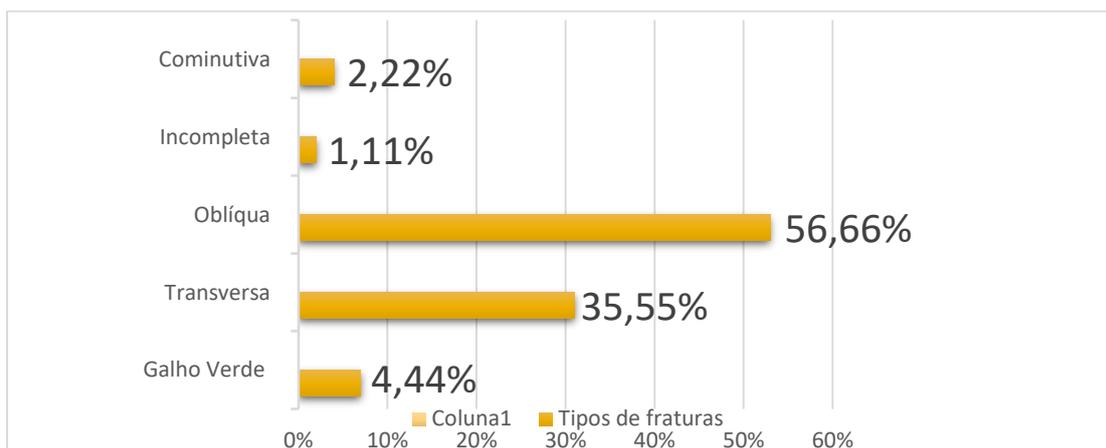


Gráfico 1. Tipos de fraturas produzidas pela aplicação do FEMI (Fraturador Experimental Minimamente Invasivo).

4.4 Da análise experimental

As unidades experimentais (cadáveres de cães) foram numeradas de 01 a 10 de acordo com a aquisição, e as costelas submetidas à experimentação em ambos os hemitórax foram às 6^a, 7^a e 8^a costelas. Nas unidades experimentais ímpares, a aplicação da técnica vídeoassistida, foi realizada no hemitórax esquerdo, e nas unidades experimentais pares a aplicação da técnica vídeoassistida foi realizada no hemitórax direito (Quadro 1).

Os hemitórax contralaterais (direito para as unidades ímpares e esquerdo para as unidades pares) foram submetidos à aplicação às cegas, pelo cirurgião, da técnica de estabilização proposta, porém, o 2^o cirurgião, responsável por operar a microcâmera videocirúrgica, assistiu e registrou os procedimentos.

Dessa maneira foi possível comparar as duas formas de realização do procedimento, o qual foi realizado sempre pelo mesmo cirurgião, de modo a permitir a definição de suas vantagens e desvantagens.

Após adequado descongelamento, as unidades experimentais foram tricotomizadas em toda extensão do gradil costal em ambos os hemitórax, e posteriormente levadas até o setor de radiologia do HVU/UFSM para realização das análises radiográficas iniciais, afim de determinar a presença de lesões prévias ao experimento.

Posteriormente, aplicou-se o FEMI, para produção das fraturas experimentais nas 6^a, 7^a e 8^a costelas, e em ambos os hemitórax de todas as unidades experimentais totalizando 60 costelas submetidas à aplicação do método.

Após a produção experimental das fraturas realizou-se nova avaliação radiográfica para definição das fraturas produzidas, e após este estudo radiográfico, as unidades experimentais foram levadas à sala de práticas *post mortem*, (anexa ao Bloco cirúrgico 5 do HVU-UFSM) para realização dos procedimentos experimentais propostos.

4.4.2 Do dispositivo externo para ancoragem das suturas

A aplicação do método proposto por BJORLING (1982), necessita de improvisação em relação a produção do dispositivo no qual serão ancoradas as suturas de estabilização dos fragmentos de costelas, como citado em diversas publicações em periódicos nacionais e internacionais.

Diante desta problemática buscamos a produção de dispositivo que possuísse versatilidade para aplicação a qualquer paciente da espécie canina, independente do tamanho ou raça.

Esta etapa da pesquisa originou o segundo artigo produzido nas normas do Jornal Brasileiro de Cirurgia Veterinária (JBVC – MedVep) a partir desta tese, o qual já foi submetido à publicação no citado periódico como apresentado a seguir:

Dispositivo polivalente de estabilização de costelas

Polyvalent rib stabilization device

Antonio Soares Coutinho Júnior – Médico Veterinário, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Clínica de Cães e Gatos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-RS.

E-mail: antonioscj@gmail.com

Resumo

A ocorrência de traumatismo torácico com fratura de costelas é frequente no atendimento de cães e gatos, e diferentes dispositivos já foram descritos para aplicação no tratamento desta afecção. Neste estudo descrevemos a criação do dispositivo polivalente de estabilização de costelas em associação às Sutures Circuncostais, e propusemos novas técnicas de suturas.

Palavras-chave: fratura de costelas, instabilidade torácica, flail-chest, vídeo toracoscopia

INTRODUÇÃO

O traumatismo torácico é uma afecção frequente no atendimento emergencial de pequenos animais, sendo mais comum em cães do que em gatos (1), e podendo ser causado por trauma contuso ou penetrante da parede torácica, havendo ainda a possibilidade de lesão em costelas e/ou tecidos moles (músculos e vísceras), e ser fechado ou aberto (2).

Na ocorrência de traumatismo torácico, podem estar presentes: contusão pulmonar, pneumotórax, hemotórax, fraturas de costelas sem ou com instabilidade de parede torácica - *Flail Chest* (1).

O tórax instável ocorre quando pelo menos duas costelas são fraturadas em dois pontos ocasionando perda de sua continuidade com a parede torácica, e dessa forma possibilitando a presença de movimentação paradoxal, resultante das alterações na pressão intrapleural, situação em que, o segmento fraturado move-se para dentro durante a inspiração e para fora durante a expiração (CUNHA, 2009).

REVISÃO DE LITERATURA

Diversos autores corroboram que a ocorrência de instabilidade da parede torácica de cães e gatos está associada a lesões das vísceras intratorácicas (2,

3, 5, 7) no entanto, a instabilidade por si só, pode não ter um impacto relevante sobre a ventilação, mas a associação com outras lesões intratorácicas, podem ser fatais.

A técnica de suturas circuncostais (3) possibilita a estabilização de fraturas de costelas com mínima lesão tecidual, pela possibilidade de sua realização, sem a necessidade de incisão cirúrgica. Consistindo basicamente na circuncondução da agulha ao redor da costela alvo, de forma a atravessar a espessura total da parede torácica. Este método possibilita a tração lateral da costela circundada, permitindo sua fixação em dispositivo externo a cavidade torácica.

Diferentes dispositivos externos foram descritos para estabilização da parede torácica instável, mediante aplicação das suturas circuncostais, as quais devem ser aplicadas rentes a costela, evitando a compressão do plexo intercostal (3).

A quantidade de suturas deve ser aplicada de acordo com a quantidade de fraturas presentes, e para auxiliar na estabilidade, as suturas devem ser passadas ao redor de uma costela cranial e uma caudal ao segmento torácico instável.

Dentre os materiais propostos para esta aplicação, são referenciados na literatura as barras de alumínio, abaixadores linguais, polimetilmetacrilato ou a associação destes (2).

As fraturas em costelas podem ocorrer em qualquer ponto de sua estrutura óssea, e os dispositivos descritos na literatura (1, 3, 4, 5, 7) estão limitados a estabilização de região linear do gradil costal, assim dificultando aplicação a todos os casos de fraturas em múltiplas costelas.

De acordo com a literatura (2) a aplicação das suturas circuncostais, por penetrarem o espaço pleural podem ocasionar a entrada de ar na cavidade torácica, e nesta situação se faz necessária aplicação de tubos de toracostomia, para manutenção da pressão negativa intratorácica.

A colocação do tubo em procedimento por toracoscopia, pode ser realizada mediante a remoção da válvula do portal vídeocirúrgico, seguida da introdução do tubo na cavidade torácica através do referido portal, e ao atingir o interior do tórax deve-se remover o portal de vídeocirurgia, sem causar deslocamento do tubo torácico, o qual deve ser fixado adequadamente, evitando seu deslocamento.

Segundo a literatura (2), a aplicação de dispositivo sobre a parede lateral do tórax poderá causar lesão por abrasão e compressão, dessa forma deve-se preconizar adequado acolchoamento e proteção entre o dispositivo externo e a parede torácica, pela aplicação de algodão ortopédico estéril, que minimizará a ocorrência destas alterações.

Este mesmo autor também afirma sobre a importância da manutenção da profilaxia antimicrobiana, devendo os curativos serem trocados diariamente nos 4 primeiros dias, e em seguida, as mudanças de curativos devem ser realizadas conforme necessário.

MATERIAL E MÉTODOS

As unidades experimentais foram posicionadas em decúbito dorsal para abordagem e acesso paraxifóide transdiafragmático, com portal vídeo cirúrgico de 10mm. Após introdução do portal e visualização do interior da cavidade

torácica, alterou-se o decúbito para a posição lateral direita e posteriormente para o decúbito lateral esquerdo.

A inspeção toracoscópica da cavidade possibilitou a identificação das fraturas experimentalmente produzidas com o FEMI, assim como a correção proposta pelo estudo, mediante aplicação de suturas circuncostais.

Reproduzimos os métodos descritos na literatura (3) associando a avaliação vídeo toracoscópica, para visualização intratorácica do método, comparando a aplicação convencional, “às cegas”, com a aplicação vídeo assistida, e definindo os riscos de iatrogenias relacionadas a aplicação das suturas circuncostais (Fig.1).

A produção das suturas foi realizada com agulhas de fundo francês (7,5 cm, pontas triangulares e superfície de corte invertida – BIOCONNECTVET), associada a fios de poliamida de coloração laranja, para facilitar a visualização intratorácica por toracoscopia.

Buscamos a produção de dispositivo externo que se adequasse as diversas possibilidades de fraturas em costelas, e aos mais variados tipos de conformação torácica.

O dispositivo proposto permite ser moldado, recortado e esterilizado em óxido de etileno, e foi produzido a partir de placas de alumínio emborrachadas, com dimensões de 50cm², para imobilização de membros (ORTOVET - Ortopedia Veterinária Comercial Ltda.).

Nestas foram padronizados e produzidos de forma alinhada 2304 orifícios com 2 mm de diâmetro, e equidistantes 1 cm entre si, possibilitando adequar o dispositivo à estabilização de fraturas em qualquer ponto da parede torácica, além de poder ser utilizado para qualquer tamanho de paciente. (Fig.2A)

Estas perfurações foram realizadas em maquinário especializado em microprocessamentos computadorizados de materiais sólidos (Holter) na empresa Moveis Back - Av. Prefeito Evandro Behr, 2880 - Bairro Pé de Plátano, 97.110-620 Santa Maria – RS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do dispositivo polivalente de estabilização de costelas, foi realizada em associação às Suturas Circuncostais (3), e possibilitaram a mobilização dos fragmentos de costelas fraturados, assim como sua redução, coaptação e estabilização.

Assim como esperado, o dispositivo possibilitou uma maior flexibilização de opções para estabilização dos fragmentos de costelas, permitindo a aplicação das Suturas Circuncostais em qualquer ponto das costelas avaliadas neste estudo, dessa forma apresentando maior versatilidade em comparação aos dispositivos descritos na literatura (1, 3, 5, 6, 7).

A modelagem do dispositivo, de acordo com as dimensões da parede torácica das unidades experimentais, pode ser realizada mediante recorte das placas de alumínio com tesoura específica para o corte de chapas, o que possibilitou a adequação ao tamanho do tórax receptor do dispositivo. (Fig.2B)

As avaliações radiográficas pós-implantação do dispositivo, demonstraram que o mesmo não impede a visualização através da formação de imagens por radiação-X, corroborando com a literatura (8), e a análise das

imagens pós-implantação, revelaram a existência de inadequada redução e coaptação de fragmentos de costelas nas execuções às cegas do método proposto (Fig. 3).

Algumas dificuldades foram encontradas para a coaptação dos fragmentos de costelas na aplicação das suturas circuncostais, pois a presença de ruptura extensa da musculatura intercostal, gerou possibilidade de acentuado deslocamento dos fragmentos de costelas, o que dificultou a adequada redução e coaptação dos fragmentos de costela.

Diante desta situação, buscou-se solucionar o problema que surgiu na fase final da pesquisa, pelo desenvolvimento de novas técnicas vídeo toracoscópica, chamadas de Suturas Transcostais (Fig. 4 e 5), as quais possibilitaram melhorar as reduções e coaptações inadequadas.

A técnica de Suturas Transcostais foi realizada mediante perfuração das extremidades dos fragmentos de costelas fraturados, sob visão vídeo toracoscópica, e com acesso transcutâneo, mediante utilização de perfuratriz e broca ortopédica, que deve ser adequada ao tamanho do paciente, de modo a permitir a passagem de fio cirúrgico através de toda espessura da parede torácica, passando através de ambas as corticais ósseas da costela alvo, ao interior da cavidade torácica.

Utilizando como guias agulhas de dimensões 40mmX12mm (“microportais vídeo cirúrgicos”), aplicamos os fios, através das extremidades fraturadas das costelas, e a passagem vídeo cirúrgica do fio por ambas as agulhas pode ser realizada de duas maneiras:

- 1) Após introdução do fio no interior da cavidade torácica através do microportal vídeo cirúrgico (agulha 40X16mm), a extremidade do material de sutura foi conduzido com o uso de pinça hemostática videocirúrgica, sendo introduzido no outro microportal vídeo cirúrgico posicionado através da outra extremidade da costela fraturada (Fig. 4).
- 2) Com fio de aço produz-se uma alça a qual deve ser inserida através do microportal vídeo cirúrgico ao interior do tórax. A partir daí existem duas possibilidades para produção desse tipo de sutura. A primeira forma consiste em passar o fio por dentro da alça de aço inox com instrumental vídeo cirúrgico, e então tracionar o fio de aço juntamente com o fio da Sutura Transcostal ao exterior do tórax. A segunda maneira consiste em passar a alça do fio de aço inox ao redor do microportal vídeo cirúrgico após a inserção do fio para produção da Sutura Transcostal através do citado microportal vídeo cirúrgico, deve ser realizada a tração da alça do fio de aço, juntamente com o fio da Sutura Transcostal ao exterior da cavidade torácica (Fig. 5), dessa forma possibilitando realizar adequada tração, coaptação e estabilização destes fragmentos de costela. Esta etapa pode ser realizada juntamente, com a movimentação dos fragmentos de costela por Suturas Circuncostais, permitindo uma melhor coaptação destes.

Assim como no método descrito por BJORLING (1982), as Suturas Transcostais também possibilitaram a estabilização dos fragmentos de costelas em associação à dispositivos externos, permitindo a realização dos procedimentos com mínimo acesso cirúrgico, mediante aplicação de recursos

vídeo cirúrgicos, de modo a favorecer a realização dos métodos avaliados com redução dos riscos de lesões iatrogênicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dispositivo de estabilização de costelas possibilitou adequada fixação das Suturas Circuncostais de estabilização, permitindo aplicação em todo o comprimento das costelas avaliadas neste estudo. Este dispositivo é passível de aplicação bilateralmente, possibilitando a fixação de diversas suturas de estabilização de costelas, e sua aplicação não impede a avaliação mediante exames radiográficos.

As Suturas Transcostais vídeo toracoscópicas possibilitaram melhora na redução e coaptação dos fragmentos de costelas nos quais foram aplicados neste estudo, e necessitam de avaliações específicas para testar a confiabilidade das técnicas propostas

Abstract

The occurrence of thoracic trauma with rib fracture is frequent in the care of dogs and cats, and different devices have already been described for application in the treatment of this condition. In this study we describe the creation of the polyvalent rib stabilization device in association with Circumcostoid Sutures, and proposed new techniques of sutures.

Keywords: rib fracture, thoracic instability, flail-chest, videothoracoscopy.

REFERÊNCIAS

1. OLSEN, D. *et al.* Clinical management of flail chest in dogs and cats: a retrospective study of 24 cases (1989 – 1999). **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 2002;38:315–320.
2. OLSEN, D. Flail chest. In: Monnet E (ed.) **Small Animal Soft Tissue Surgery**, 1st ed. Iowa: JohnWiley&Sons, 2013; 739–746.
3. BJORLING, D.E.; KOLATA, R.J.; DENOVO, R.C. Flailchest: review, clinical experience and new method of stabilization. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 1982; 18(2):269–272.
4. CUNHA, H.A.V. *et al.* Hérnia de Amyand: relato de caso. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v.36, n.3, p.279-280, 2009.
5. ANDERSON, M. *et al.* Flailchest: pathophysiology, treatment, and prognosis. **Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.** 1993;15(1):65–68.
6. ORTON, E.C. Thoracic wall. In: ORTON, E.C. **Small Animal Thoracic Surgery**, 1st ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995; 73–83.
7. SLENSKY, K., Thoracic trauma. In: SILVERSTEIN, D.C.; HOPPER, K. **Small Animal Critical Care Medicine**. Elsevier, St. Louis, 2009; 662 - 666
8. BONTRAGER, K. L. & LAMPIGNANO, J. P. **Tratado de posicionamento radiográfico e anatomia associada**. Elsevier, St. Louis, 2010.

ANEXOS

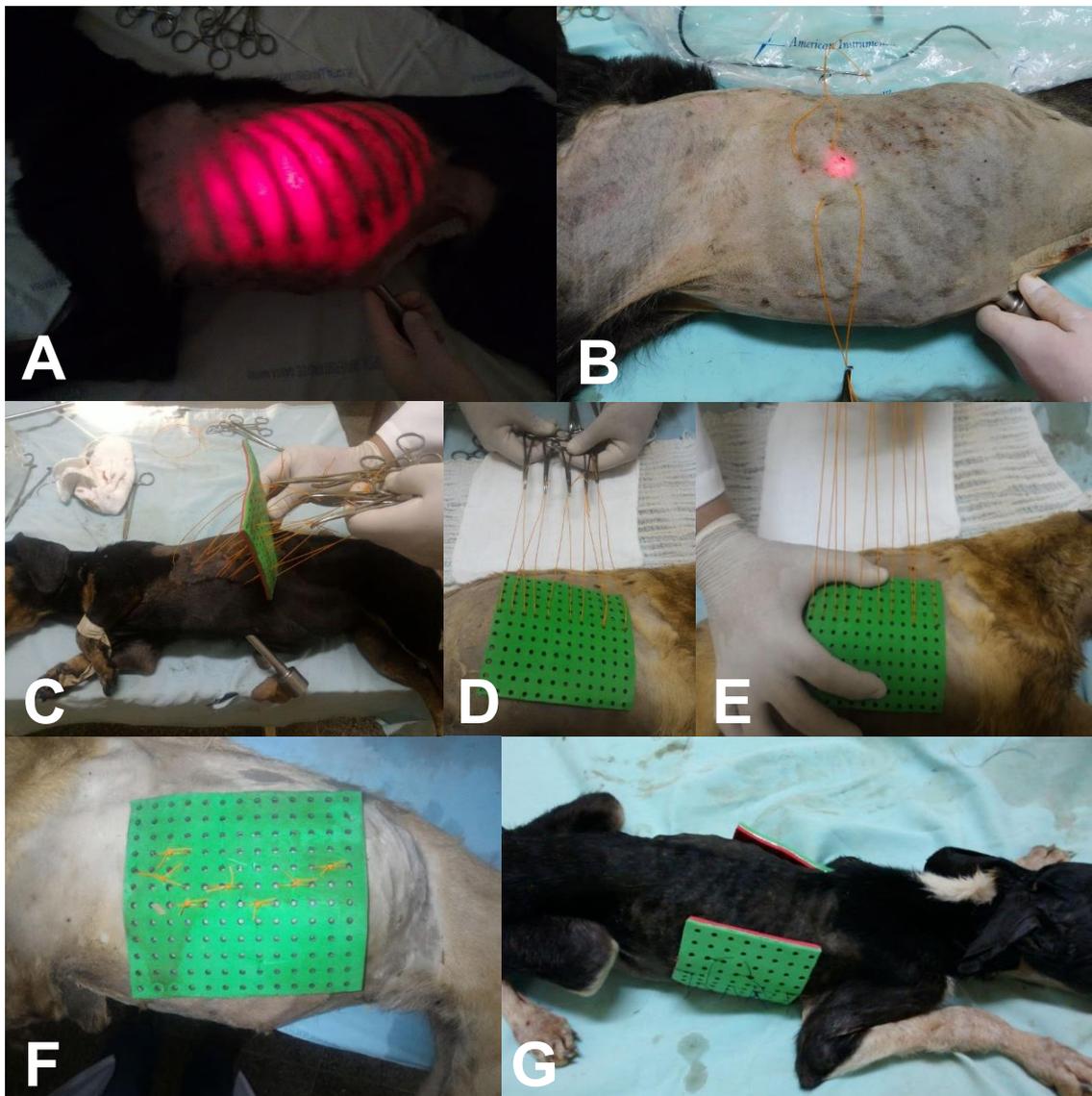


Figura 1. Produção de suturas circuncostais por CTVA (Cirurgia Torácica Vídeo Assitida) e associação à dispositivo polivalente de fixação externa. A – Transiluminação produzida por toracoscopia paraxifóide transdiafragmática. Possibilita a análise interna e externa de toda parede torácica; B – A aplicação das suturas circuncostais auxiliada pela toracoscopia paraxifóide. Menor riscos de iatrogenias, quando comparado ao procedimento proposto por BJORLING, 1982 (às cegas). C, D, E e F – Após a plicação dos fios de estabilização costal, os fios são ajustados ao dispositivo polivalente de fixação externa, e fixados a este mediante realização de nós cirúrgicos; G – Este método pode ser realizado em ambos os hemitórax, como demonstrado na imagem.

ANEXOS

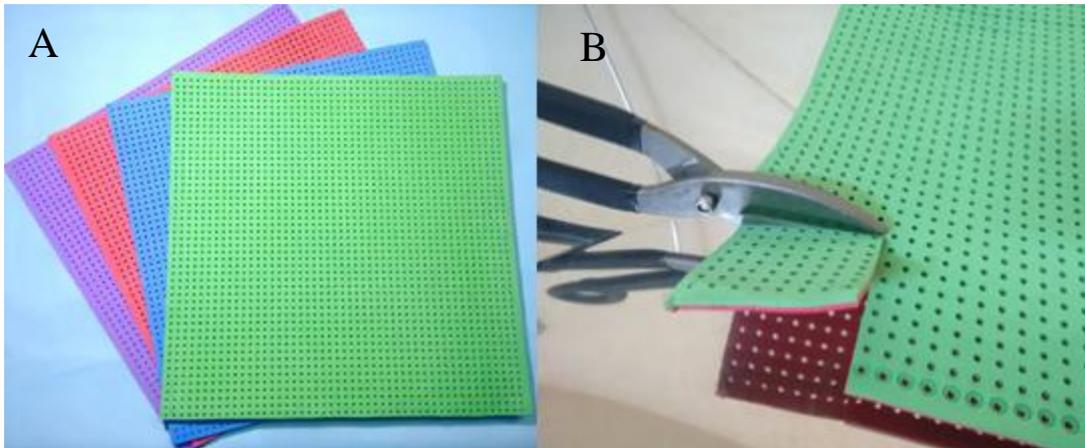


Figura 2. A - Dispositivos polivalentes de estabilização de costelas, recortáveis, moldáveis e esterilizáveis (Óxido de Etileno). Pode ser adequado a qualquer tamanho de paciente canino ou felino. B - Recorte do dispositivo polivalente de estabilização de costelas, para adequação as dimensões ao tórax em que será aplicado.

ANEXOS

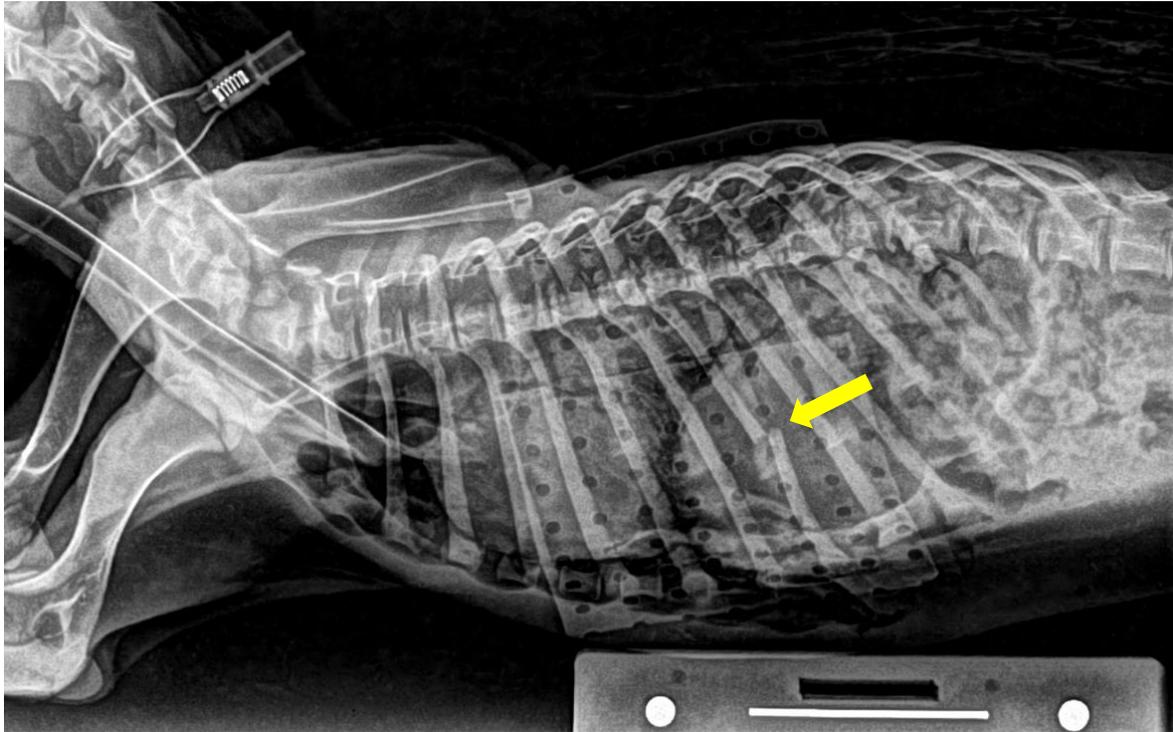


Figura 3. Imagem radiográfica após implantação do dispositivo de estabilização de costelas, o qual não impede a avaliação do gradil costal, possibilita analisar a redução obtida pela intervenção cirúrgica (seta amarela – indicando inadequada redução e coaptação dos fragmentos da 8ª costela direita).

ANEXOS

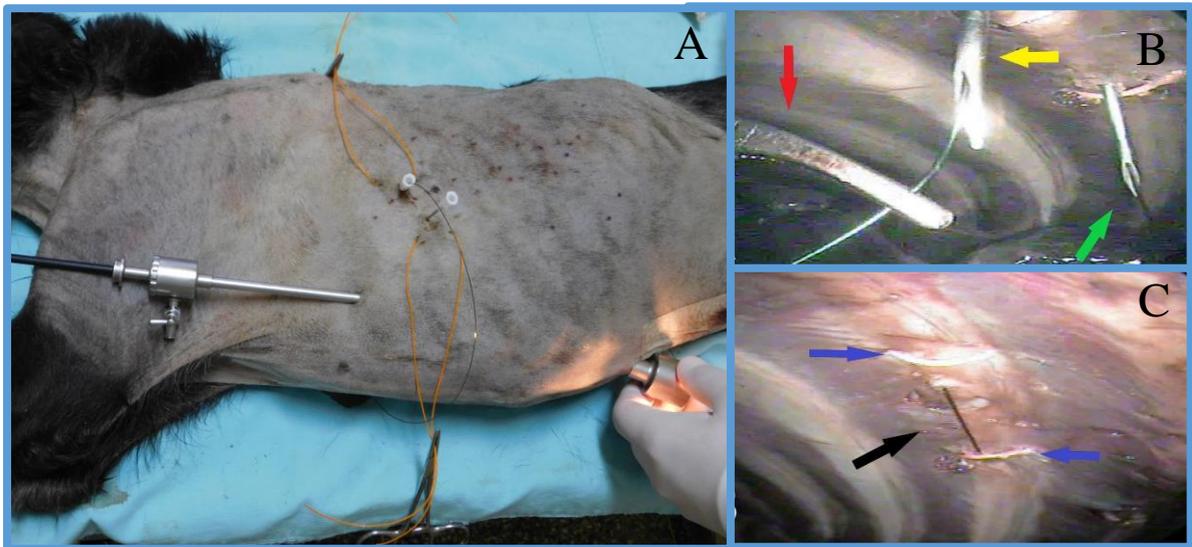


Figura 4. A – Visão externa do procedimento de suturas transcostais; B – Técnica 1. Após a perfuração através das extremidades dos fragmentos da costela, foram inseridas agulhas (40X16mm), utilizadas como micro portais videocirúrgicos. O material de sutura foi inserido no tórax, através do primeiro microportal vídeo cirúrgico (seta verde), e com uma pinça hemostática videocirúrgica (seta vermelha), foi conduzido através do segundo microportal vídeo cirúrgico, ao exterior da cavidade torácica (seta amarela).; C – Aspecto final após produção da Sutura Transcostal. A associação com as suturas circuncostais (setas azuis), permitiram adequada redução e coaptação dos fragmentos que foram tensionados entre si pela Sutura Transcostal (seta preta).

ANEXOS

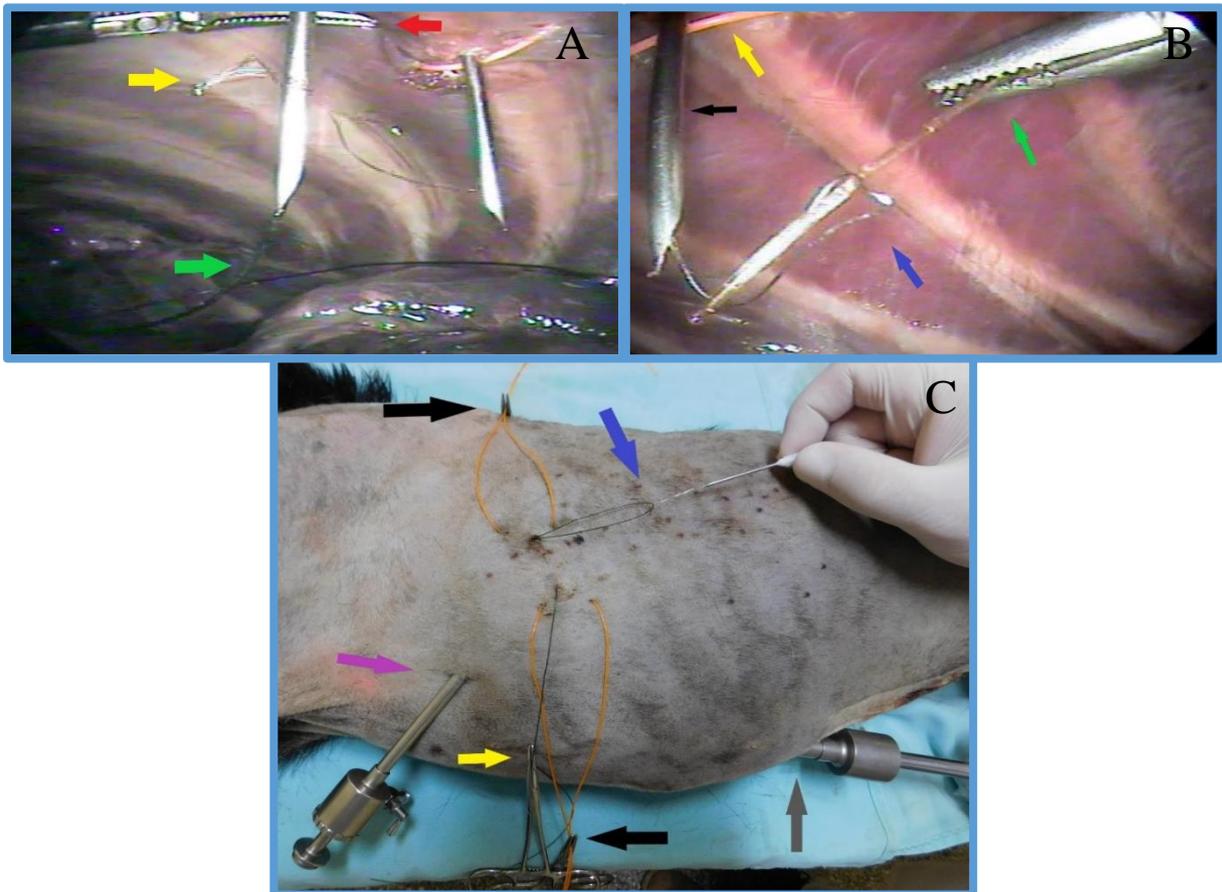


Figura 5. A – Técnica 2A. O posicionamento dos micro portais vídeo cirúrgicos, foi realizado através dos fragmentos da costela alvo, sendo inserida alça de fio de aço (seta amarela) através do micro à direita da imagem. Esta alça foi mobilizada por pinça hemostática vídeo cirúrgica (seta vermelha) e posicionada de modo a circundar o microportal vídeo cirúrgico à esquerda da imagem. Após esta etapa, por este mesmo microportal vídeo cirúrgico foi inserido fio de poliamida (seta verde) o qual foi tracionado ao exterior do tórax, pela alça do fio de aço; B – Técnica 2B. Através do microportal vídeo cirúrgico (seta preta) foi inserida alça de fio de aço 2-0 (seta azul), através da qual passou-se fio de poliamida guiado por porta-agulha vídeo cirúrgico (seta verde).; C – Visão externa do procedimento de Suturas Transcostais. O fio de poliamida foi tracionado ao exterior da cavidade torácica, juntamente com o fio de aço e o microportal vídeo cirúrgico (agulha 40X16mm) (seta azul), sendo reparado na extremidade oposta por pinça hemostática de Crile (seta amarela). As suturas circuncostais (setas pretas) auxiliaram na redução dos fragmentos de costela, que foram visualizados através do acesso paraxifóide – micro câmera (seta cinza), e a adequada coaptação destes foi realizada pelo acesso intercostal – portal de trabalho (seta roxa) pela utilização de pinça hemostática vídeo cirúrgica.

4.5 Do destino dos cadáveres

Após a utilização, os cadáveres foram acondicionados em sacolas plásticas para material biológico infectante e levados ao LPV – UFSM para armazenamento adequado ao recolhimento por empresa responsável pela coleta e destino das carcaças – Stericycle (Av. Borges de Medeiros, 1699 – Sala 02, Nossa Sra. De Fátima – Santa Maria – RS CEP: 97.015-090 Fone/Fax: +55 55 3027.6098).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo foi realizado em cadáveres de cães, e dessa forma algumas avaliações, as quais necessitariam de resposta biológica para sua análise não puderam ser realizadas, ficando este estudo voltado diretamente para análise dos métodos de estabilização de fraturas em costelas.

As suturas circuncostais descritas por BJORLING (1982), são de simples realização, sendo descrita a passagem das suturas entre a costela alvo e o plexo intercostal, o qual se apresenta adjacente a face caudal de cada costela. A avaliação vídeo toracoscópica permitiu definir que, a realização da técnica seguindo estas indicações apresenta alto risco de lesão ao plexo intercostal, e de acordo com o tamanho do paciente, é inviável a sua realização, pelo reduzido espaço neste ponto anatômico.

O referido autor afirma, que a possibilidade de iatrogenias é mínima, e os benefícios promovidos pela aplicação da técnica sobrepõem estes riscos. Porém neste estudo ficaram claras, as possibilidades de lesões em pulmões, diafragma, grandes vasos e coração.

A aplicação do método proposto por BJORLING (1982) (Fig. 1) apresentou riscos e ocasionou lesões iatrogênicas em 4 das 10 unidades experimentais, sendo maiores os riscos, quanto menores as dimensões da cavidade torácica e quando associado a realização às cegas do método. As lesões ocorridas estão descritas no Quadro 2 (ANEXOS).

Assim como no método descrito por BJORLING (1982), as suturas transcostais também possibilitaram a estabilização dos fragmentos de costelas em associação à dispositivos externos, permitindo a realização dos procedimentos com mínimo acesso cirúrgico, mediante aplicação de recursos vídeotoracoscópicos, de modo a favorecer a realização dos métodos avaliados com redução dos riscos de lesões iatrogênicas.

As suturas transcostais possibilitaram melhor coaptação dos fragmentos de costelas, quando comparadas as suturas circuncostais, por promoverem a aposição dos fragmentos, mantendo-os alinhados e estabilizados em associação ao dispositivo polivalente de estabilização de costelas, o que favoreceria uma cicatrização óssea em menor tempo, influenciando diretamente no tempo de recuperação dos pacientes.

6 CONCLUSÃO

Diante das informações obtidas na literatura, e dos resultados obtidos, pode-se concluir que: a realização às cegas das suturas circuncostais, método proposto por BJORLING (1982), apresenta elevado risco de iatrogenias, as quais podem ser evitadas com a utilização dos recursos vídeocirúrgicos; o método vídeocirúrgico de suturas transcostais, apresentou adequada possibilidade de uso, favorecendo a coaptação dos fragmentos fraturados de costelas, e promovendo adequado alinhamento ósseo; as avaliações radiográficas oblíquas foram fundamentais para a localização dos focos de fraturas nas costelas; o dispositivo polivalente de fixação externa se mostrou adequado ao método proposto e não impediu a avaliação radiográfica pós-implantação.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. *et al.* Flailchest: pathophysiology, treatment, and prognosis. **Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.** 1993;15(1):65–68.
- BASTOS, R; CALHOON, J.H.; BAISDEN, C.E. Flail chest and pulmonar contusion. **Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.** 2008;20(1):39–45.
- BECK, C.A.C.; PIPPI, N.L.; BRUN, M.V. *et al.* Toracosopia nas hérnias diafragmáticas: estudo experimental em cães. **Cienc. Rural**, v.34, p.1857-1863, 2004.
- BJORLING, D.E. Surgical management of flail chest. In: BOJRAB, M.J.; SLOCUM, B.; ELLISON, G.W. (eds.) **Current Techniques in Small Animal Surgery**, 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1998;421–425.
- BJORLING, D.E.; KOLATA, R.J.; DENOVO, R.C. Flailchest: review, clinical experience and new method of stabilization. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 1982; 18(2):269–272.
- CANNON, R.M. *et al.* Flail chest injury: are we making any progress? **Am. Surg.** 2012;78(4):398–402.
- CAPELLO, M.; LEGRAND, A.; DE TROYER, A. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.** Vol 159. p. 886–891, 1999 Internet address: www.atsjournals.org
- CARRILLO, E.H.; HENIFORD, B.T.; ETOCH, S.W. *et al.* Video-assisted thoracic surgery in trauma patients. **J. Am. Coll. Surg.**, v.184, p.316- 323, 1997.
- CHUNG, D.A. & RITCHIE, J.A., Videothoroscopic drainage of mediastinal abscess: an alternative to thoracotomy. **Ann. Thorac. Surg.** 2000; May;69(5):1573-4.
- CONZEMIUS, M.G. *et al.* Analgesia in dogs after intercostal thoracotomy: a clinical trial comparing intravenous buprenorphine and inter pleural bupivacaine. **Vet. Surg.** 1994;23(4):291–298.
- COUTINHO, A.S.J. *et al.* Estabilização de fraturas costais por meio de técnica minimamente invasiva com placa pré-moldada de polimetilmetacrilato em um cão. **Jornal Brasileiro de Cirurgia Veterinária**, Campos dos Goytacazes, v.1, n.1, p.42-47, 2012.
- CUNHA, H.A.V. *et al.* Hérnia de Amyand: relato de caso. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v.36, n.3, p.279-280, 2009.
- EVANS H.E. & DE LAHUNTA A. 2013. In: *Ibid.* (Eds), **Miller's Anatomy of the Dog**. 4th ed. Saunders Elsevier, Philadelphia.

FEITOSA, S. M.; TOMA, R. L.; RENNO, A. C. M. Os efeitos osteogênicos do ultra-som e do laser terapêutico de baixa intensidade no processo de consolidação de fraturas: uma revisão bibliográfica. **Fisioterapia Especialidades**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 44-49, 2007.

FRAGA, J.C. & KIM, P. Abordagem cirúrgica da efusão pleural parapneumônica e suas complicações. **J. Pediatr.**, (Rio de Janeiro) 2002; 78 (Supl.2): S161-S170

FREEMAN, L.J. Introduction. In: ____ **Veterinary endosurgery**. Saint Louis: Mosby, 1998.

GARCIA, F.; PRANDI, D.; PENA, T. et al. Examination of the thoracic cavity and lung lobectomy by means of thoracoscopy in dogs. **Can. Vet. J.**, v.39, p.285-291, 1998.

GRIFFIN, G.M. & HOLT, D.E. Dog bite wounds: bacteriology and treatment outcome in 37 cases. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 2001; 37:453–460.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. Bases biomecânicas do movimento humano. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

HOLT, D.E. & GRIFFIN, G.M. Bite wounds in dogs and cats. **Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.** 2000;30(3):669–679.

LOWDERMILK, G.A.; NAUNHEIM, K.S. Thoracoscopic evaluation and treatment of thoracic trauma. **Surg. Clin. North Am.**, v.80, p.1535-1542, 2000.

LUDWIG, L.L. Surgical emergencies of the respiratory system. **Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.** 2000;30(3):531–553.

MACK, M.J.; ARONOFF, R.J.; ACUFF, T.E. et al. Present role of thoracoscopy in the diagnosis and treatment of diseases of the chest. **Ann. Thorac. Surg.**, v.54, p.403-409, 1992.

MATHEWS, K.A. Respiratory emergencies. In: MATHEWS, K.A. **Veterinary Emergency and Critical Care Manual**, 2nd ed. Guelph: Lifelearn, 2006; 555–573.

MCANULTY, J.F. A simplified method for stabilization of flail chest injuries in small animals. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 1995; 31(2): 137–141.

McCARTHY, T.C.; McDERMID, S.L. Thoracoscopy. **Vet. Clin. N. Am. Small Anim. Pract.**, v.20, p.1341-1352, 1990.

NAKAJIMA, J.; TAKAMOTO, S.; TANAKA M. *et al.* Thoracoscopic resection of the pulmonary aspergilloma. **Chest**, v.118, p.1490- 1495, 2000.

NEUMANN, D. A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

NORDIN, M.; FRANKEL, V. H. Biomecânica básica do sistema musculoesquelético. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

OLIVEIRA, P. *et al.* Comparação dos efeitos do laser de baixa potência e do ultrassom de baixa intensidade no processo de reparo ósseo em tibia de rato. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 200-205, 2011.

OLSEN, D. *et al.* Clinical management of flail chest in dogs and cats: a retrospective study of 24 cases (1989 – 1999). **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 2002;38:315–320

OLSEN, D. Flail chest. In: Monnet E (ed.) **Small Animal Soft Tissue Surgery**, 1st ed. Iowa: JohnWiley&Sons, 2013;739–746.

ORTON, E.C. Thoracic wall. In: ORTON, E.C. **Small Animal Thoracic Surgery**, 1st ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995;73–83.

ORTON, E.C. Thoracic wall. In: SLATTER, D. **Text book of Small Animal Surgery**, 3rd ed. Philadelphia: Saunders, 2003;373–387.

ORTON, E.C. Thoracic wall. In: SLATTER D. **Text book of Small Animal Surgery**. Philadelphia: W B Saunders, 1993;370–381.

PETTIFORD, B.L.; LUKETICH, J.D.; LANDRENEAU, R.J.; The management of flail chest. **Thoracic Surg. Clin.** 2007;17(1):25–33.

POPESKO, P. **Atlas de anatomia topográfica dos animais domésticos**. São Paulo: Manole, 1978. 3 v.

REECE, William O. (Edt.). **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

REMEDIOS, A.M.; FERGUSON, J. Minimally invasive surgery: laparoscopy and thoracoscopy in small animals. **Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.**, v.18, p.1191-1199, 1996.

RUARO, F. A. Ortopedia e traumatologia: temas fundamentais e a reabilitação. Umuarama: Ruaro, 2004.

SIZÍNIO, H. *et al.* Ortopedia e traumatologia: princípios e práticas. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SLENSKY, K., Thoracic trauma. In: SILVERSTEIN, D.C.; HOPPER, K. **Small Animal Critical Care Medicine**. Elsevier, St. Louis, 2009; 662 - 666

SMITH, M.M., Flail chest. In: King, L.G. **Text book of Respiratory Disease in Dogs and Cats**, 1st ed. St. Louis: Saunders, 2004; 647–651.

THOMPSON, S.E. & JOHNSON, J.M. Analgesia in dogs after intercostal thoracotomy. A comparison of morphine, selective intercostal nerve block, and interpleural regional analgesia with bupivacaine. **Vet. Surg.** 1991;20(1):73–77.

TRINKLE, J.K., *et al.* Management of flail chest without mechanical ventilation. **Ann. Thorac. Surg.** 1975;19(4):355–363.

TRUITT, M.S., *et al.* Continuous intercostal nerve block adefor rib fractures: ready for prime time? **J.Trauma** 2011;71(6):1548–1552.

VAN PELT, D., *et al.* Application of air way pressure therapy in veterinary critical care. Part II: Air way pressure therapy. **J. Vet. Emerg. Crit. Care** 1993;3(2):74–81.

WALSH, P.J.; REMEDIOS, A.M.; FERGUSON J.F. *et al.* Thoracoscopic versus open partial pericardectomy in dogs: comparison of postoperative pain and morbidity. **Vet. Surg.**, v.28, p.472-479, 1999.

WILLARD, M.D. Endoscopy of body cavities. In: FOSSUM, T.W. **Small animal surgery**. 2.ed. Saint Louis: Mosby, 2002. p.130-132.

ZAGO, A. P. V.; GRASEL, C. E.; PADILHA, J. A. Incidência de atendimentos fisioterapêuticos em vítimas de fraturas em um hospital universitário. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 565-573, 2009.

ANEXOS

QUADRO 1. Padrão de organização dos procedimentos vídeoassistidos, e às cegas.

	Unidades experimentais pares	Unidades experimentais ímpares
Hemitórax direito	Vídeoassistido	Às cegas
Hemitórax esquerdo	Às cegas	Vídeoassistido

QUADRO 2. Lesões iatrogênicas produzidas pelas intervenções às cegas

Unidades experimentais	Lesões iatrogênicas	Costela em Procedimento
3	Transfixação pulmonar / Laceração pulmonar	7ª Direita
5	Transfixação diafragmática	7ª Direita
7	Transfixação pulmonar / Laceração pulmonar	8ª direita
10	Transfixação pulmonar	6ª esquerda