

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DO MOVIMENTO EM CÃES AMPUTADOS
POR MEIO DE PLATAFORMA DE PRESSÃO**

TÚLIO GENARI FILHO

Botucatu – SP

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DO MOVIMENTO EM CÃES AMPUTADOS
POR MEIO DE PLATAFORMA DE PRESSÃO**

TÚLIO GENARI FILHO

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.^a Titular Sheila Canevese Rahal

Coorientador: Dr. Washington Takashi Kano

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Genari Filho, Tulio.

Análise do movimento em cães amputados por meio de
plataforma de pressão / Tulio Genari Filho. - Botucatu, 2023

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

Orientador: Sheila Canevese Rahal

Coorientador: Washington Takashi Kano

Capes: 50501070

1. Cães - Amputação. 2. Amputação cirúrgica. 3. Locomoção
animal. 4. Distúrbios da locomoção. 5. Traumatologia
veterinária.

Palavras-chave: Análise cinética; Caminhar; Membro; Trauma.

Nome do autor: Túlio Genari Filho

TÍTULO: ANÁLISE DO MOVIMENTO EM CÃES AMPUTADOS POR MEIO DE PLATAFORMA DE PRESSÃO

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Titular Sheila Canevese Rahal
Presidente da banca e orientadora
Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Titular Maria Jaqueline Mamprim
Membro interno
Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Victor José Vieira Rossetto
Membro externo
PUC Minas Poços de Caldas

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo equipamento de baropodometria (processo 2009/18299-7).

Ao programa de Pós-graduação em Biotecnologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP (Botucatu) pela oportunidade.

À Profa. Sheila Canevese Rahal, por ser sempre além de mentora, uma pessoa humilde, humana e todos outros adjetivos que não caberiam nessa página, meu eterno agradecimento, muito obrigado!

À Deus por ter me guiado e mantido no caminho certo durante todo este projeto, me sustentando com muita saúde e forças.

Sou grato à toda minha família, meu pai (in memoriam Tulio Genari) minha mãe (Regina Maria Sibar Genari), meus irmãos (Rodolfo Genari Neto e Luana Sibar Genari), minha esposa (Michelle Siqueira de Oliveira) e nossa filha (Isabela de Oliveira Zimmermann) que sempre estiveram comigo, presencialmente e espiritualmente nessa empreitada difícil e complicada.

Deixo aqui um agradecimento especial ao meu coorientador Dr. Washington Takashi Kano, pelo incentivo e sua dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto.

Também deixo um agradecimento a Profa Luciane dos Reis Mesquita, ao Dr. Felipe Stefan Agostinho, Dr. Victor José Vieira Rossetto, Dra. Lidia Mitsuko Matsubara e Profa. Titular Maria Jaqueline Mamprim, pelo companheirismo e amizade.

Sumário

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Indicações e contraindicações da amputação.....	4
2.2 Métodos de amputação e complicações.....	5
2.3 Função do membro.....	10
2.4 Aspectos da análise cinética e cinemática.....	11
3 REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO 2.....	19
Artigo científico	
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.1 Animais e ambiente de experimentação.....	21
2.2 Análise cinética.....	22
2.3 Análise estatística.....	23
3 RESULTADOS.....	23
4 DISCUSSÃO.....	31
5 CONCLUSÕES.....	34
6 REFERÊNCIAS.....	34
ANEXO 1.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 1 (amputação alta membro torácico).....	24
Tabela 2. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 2 (amputação baixa membro torácico).....	25
Tabela 3. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 3 (amputação alta membro pélvico).....	25
Tabela 4. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 4 (amputação baixa membro pélvico).....	26
Tabela 5. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de sobrecarga dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta ou baixa.....	27
Tabela 6. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de sobrecarga dos membros de cães com amputação de um membro pélvico de forma alta ou baixa.....	27
Tabela 7. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de distribuição do pico de força vertical dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta ou baixa.....	28
Tabela 8. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de distribuição do pico de força vertical dos membros de cães com amputação de um membro pélvico de forma alta ou baixa.....	29
Tabela 9. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta ou baixa.....	30
Tabela 10. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) dos membros de cães com amputação de um membro pélvico de forma alta ou baixa.....	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Porcentagem de sobrecarga dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta (MTA) ou baixa (MTB), ou de um membro pélvico de forma alta (MPA) ou baixa (MPB). 28
- Figura 2.** Porcentagem da distribuição de peso do Pico de Força Vertical (PVF) de cães com amputação de um membro torácico de forma alta (MTA) ou baixa (MTB), ou de um membro pélvico de forma alta (MPA) ou baixa (MPB)..... 29
- Figura 3.** Diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) de cães com amputação de um membro torácico de forma alta (MTA) ou baixa (MTB), ou de um membro pélvico de forma alta (MPA) ou baixa (MPB)..... 31

GENARI FILHO, T. Análise do movimento em cães amputados por meio de plataforma de pressão. Botucatu, 2023. 37p. Tese (Mestrado em Biotecnologia Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

O presente estudo visou avaliar a locomoção de cães que foram submetidos à amputação, alta ou baixa, de um membro torácico ou pélvico, usando a plataforma de pressão. Um total 39 cães atenderam ao critério de inclusão. As causas da amputação foram acidente por veículo automobilístico e uma possível má-formação do membro com presença apenas de parte do fêmur. Estes foram então divididos em quatro grupos: Grupo 1 (n=10) – amputação alta de membro torácico; Grupo 2 (n=10) – amputação baixa de membro torácico; Grupo 3 (n=9) – amputação alta de membro pélvico; e Grupo 4 (n=10) – amputação baixa de membro pélvico. O tempo médio de amputação, excluindo o cão que apresentava má-formação, foram 2,5 anos, 2,8 anos, 1,65 anos e 1,92 anos, respectivamente, para os Grupo 1, 2, 3 e 4. Para a avaliação cinética, os cães foram conduzidos caminhando em linha reta sobre a plataforma de pressão (Tekscan). As análises foram realizadas utilizando o software Walkway 7,0. A velocidade foi mantida entre 0,9 m/s e 1,1 m/s para todos os grupos. Nos cães com amputação do membro torácico, a porcentagem distribuição de peso corpóreo (%DP) foi para o membro contralateral (amputação alta: 50,75%; baixa: 55,53%) e para os membros pélvicos, principalmente no membro ipsilateral (amputação alta: 27,96%, baixa: 27,15%). Na amputação alta do membro pélvico verificou-se %DP de 71,46% para os membros torácicos e 29,68% para o membro pélvico contralateral, ao passo que na amputação baixa notou-se %DP principalmente para o membro pélvico contralateral e torácico ipsilateral. Exceto para o membro contralateral na amputação do membro pélvico baixo e alto com relação à porcentagem de sobrecarga e porcentagem de distribuição do pico de força vertical, em todos os demais não foi notada diferença estatística. Foi possível concluir que a altura da amputação do membro torácico não influenciou na porcentagem de distribuição do peso corpóreo, porém no membro pélvico esta foi maior para o membro contralateral em cães que foram submetidos à amputação alta.

Palavras-chave: Membro; Caminhar; Trauma; Análise cinética.

GENARI FILHO, T. Gait analysis of amputee dogs using a pressure-sensitive walkway. Botucatu, 2023. 37p. Tese (Mestrado em Biotecnologia Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

SUMMARY

This study aimed to perform the gait analysis of dogs submitted to high or low amputation of one forelimb or hind limb using a pressure-sensitive walkway. A total of 39 dogs met the inclusion criteria. The causes of amputation were car accident, and a possible malformation of the limb with the presence only of a portion of the femur. The dogs were divided into four groups, as follows: Group 1 (n=10) - high forelimb amputation, Group 2 (n=10) - low forelimb amputation, Group 3 (n=9) – high hind limb amputation, and Group 4 (n=10) - low hind limb amputation. The amputation time, excluding the two dogs that presented malformation, were 2.5 years, 2.8 years, 1.65 years and 1.92 years, respectively, for Groups 1, 2, 3 and 4. For kinetic evaluation, the dogs were led walking across the pressure-sensitive walkway in a straight line (Tekscan). The velocity was maintained between 0.9 and 1.1 m/s for all groups. All analysis was performed with Walkway 7.0 software. In dogs with forelimb amputation, the percentage of body weight distribution (BWD) occurred for the contralateral forelimb (high amputation: 50.75%; low: 55.53%) and the hind limbs, mainly in the ipsilateral limb (high amputation: 27.96%, low: 27.15%). In the high amputation of the hind limb, there was %BWD of 71.46% for the forelimbs and 29.68% for the remaining hind limb, while in the low amputation, the distribution was mainly for the contralateral hind limb and ipsilateral forelimb. No statistical difference was noted between type of amputation, except for the contralateral limb in the low and high amputation of the hind limbs concerning to the overload percentage and %BWD. In conclusion, the amputation site of one forelimb did not influence the %BWD, but in the hind limb, this was higher for the contralateral limb in dogs submitted to high amputation.

Key words: Limb; Walking; Trauma; Kinetic analysis.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A amputação de um membro é um procedimento cirúrgico realizado em casos de processos tumorais envolvendo tecidos moles ou o osso, como por exemplo o osteossarcoma; trauma severo; lesões nervosas que tornam o membro afuncional com possibilidade de auto-trauma; processos isquêmicos; infecções severas; deformidades congênitas; e processos artríticos não tratáveis (KIRPENSTEIJN et al., 1999; WEIGEL, 2003; ADAMSON et al., 2005; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; DALY, 2014; MOTTA e HILL, 2018).

A amputação em cães, em geral, é efetuada incluindo a maior parte do membro (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). As amputações parciais são efetuadas apenas nos casos de uso de próteses, visto que o excessivo comprimento do membro pode induzir a úlceras de pressão na extremidade distal do coto, e incluir desnecessário peso para o animal carregar sem qualquer benefício (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; DALY, 2014).

A função locomotora após a amputação de um membro tem sido considerada boa a excelente, mesmo incluindo cães de raças grandes (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Visto o centro de gravidade em quadrúpedes estar localizado na região torácica, a amputação do membro pélvico promove uma melhor locomoção que a do torácico (BUTT et al., 2001; ADAMSON et al., 2005). A despeito disto, a forma como ocorre a distribuição de força entre os membros restantes tem sido avaliada especialmente por meio de plataforma de força (KIRPENSTEIJN et al., 2000; JARVIS et al., 2013), analisador comercial de postura (COLE e MILLIS, 2017), e plataforma de força e cinemática (HOGY et al., 2013; GALINDO-ZAMORA et al., 2016). A plataforma de pressão é um outro método de se obter as informações cinéticas e têmporo-espaciais, cujo emprego já tem sido padronizado com o uso de cães normais (BESANCON et al., 2003; LASCELLES et al., 2006; GORDON-EVANS, 2012). Uma das vantagens desse

sistema é capturar e analisar múltiplas sequências de passos, sendo os dados considerados consistentes e confiáveis (GORDON-EVANS, 2012).

Para uma melhor compreensão da influência da altura da amputação na dinâmica da locomoção, objetivou-se com o presente estudo avaliar, por meio da plataforma de pressão, a locomoção de cães que foram submetidos à amputação alta (todo o membro) ou baixa (abaixo do joelho ou cotovelo) de um dos membros torácicos ou pélvicos. Para tanto, foram constituídos dois capítulos: o primeiro referente à introdução e revisão de literatura, e o segundo relativo ao artigo científico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Indicações e contraindicações da amputação*

Várias afecções podem requerer a amputação de membros em pequenos animais, especialmente as que promovem mudanças irreversíveis ou apresentem um prognóstico ruim em termos de função locomotora (STONE, 1985; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; MOTTA e HILL, 2018). Contudo, ao se optar pela amputação é preciso também considerar a susceptibilidade do indivíduo e a percepção do proprietário com relação à nova condição do animal (WEIGEL, 2003). Os outros três membros precisam ser cuidadosamente avaliados antes da remoção do quarto, uma vez que cães gravemente displásicos ou com outras condições debilitantes podem ter dificuldade de locomoção após a amputação (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998). É preciso ter certeza que o animal será capaz de acomodar a carga adicional nos membros remanescentes (LEVINE et al., 2004).

Uma das grandes indicações para a amputação são os processos tumorais que envolvem os tecidos moles e se tornam inadequados para a excisão cirúrgica pela extensão ou grau de malignidade, ou aqueles que acometem o osso (KIRPENSTEIJN et al., 1999; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Entre os tumores ossos, destaca-se o osteossarcoma, que apresenta alta incidência, e a amputação corresponde a uma terapia paliativa para alívio da dor (STONE, 1985; NOLAN et al., 2022).

As fraturas que não consolidam após longo tratamento ou aquelas gravemente infectadas, com possibilidade de promover lesões sistêmicas, podem requerer amputação (STONE, 1985; KIRPENSTEIJN et al., 1999). Outras recomendações são as alterações neurológicas irreversíveis, como processos traumáticos que promovem avulsão dos plexos nervosos, nas quais artrodese, cirurgias de transposição musculares e de tendões, ou combinação de técnicas não são suficientes para correção (STONE, 1985). Com o membro afuncional pode ocorrer auto-trauma ou mesmo mutilação, o que justifica a amputação

(SÉGUIN e WEIGEL, 2012; DALY, 2014). São também indicações de amputação, os traumas com extenso comprometimento ósseo e dos tecidos moles, doenças vasculares, afecções congênitas, ou casos de osteoartrose ou artrite não tratáveis (STONE, 1985; WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; DALY, 2014; MOTTA e HILL, 2018).

A amputação não é recomendada nos casos em que os outros membros estejam comprometidos por afecções ortopédicas ou neurológicas, ou em animais excessivamente obesos (SÉGUIN e WEIGEL, 2012; MOTTA e HILL, 2018).

2.2 Métodos de amputação e complicações

A amputação em cães, em geral, é efetuada incluindo a maior parte do membro (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). As amputações parciais são efetuadas apenas nos casos de uso de próteses, visto que o excessivo comprimento do membro pode induzir a úlceras de pressão na extremidade distal do coto, e incluir desnecessária sobrecarga de peso para o animal carregar sem qualquer benefício (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; DALY, 2014).

Membro pélvico

O membro pélvico pode ser amputado por desarticulação coxofemoral ou osteotomia da porção média do fêmur (STONE, 1985; KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; WEIGEL, 2003; SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Essa última tem sido preconizada como uma forma de proteção do órgão genital, especialmente no macho, para melhor aspecto estético, além de maior facilidade operatória (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; DENNY e BUTTERWORTH, 2000; WEIGEL, 2003; MOTTA e HILL, 2018). Com a desarticulação da coxofemoral, contudo, há suposição de melhor função locomotora em virtude de menor peso a ser carregado (SÉGUIN e WEIGEL, 2012).

Outra técnica é a acetabulectomia, indicada em casos de tumores que afetam o colo e/ou cabeça femoral, já que nos casos de osteossarcoma, o ligamento da cabeça do fêmur poderia servir como ponte para o tumor cruzar a articulação (SÉGUIN e WEIGEL, 2012).

Na amputação por desarticulação da coxofemoral, os músculos podem ser seccionados na origem, na inserção distal ou no próprio grupo muscular (WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Para tanto, efetua-se primeiramente incisão de pele semicircular no aspecto lateral do membro, que tem início no flanco, estende na porção média do fêmur e termina na tuberosidade isquiática (WEIGEL, 2003; SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A incisão de pele no aspecto medial do membro é realizada paralela e mais proximal que a incisão de pele efetuada no aspecto lateral (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Com o membro abduzido, a artéria e veia femorais são individualmente ligadas e seccionadas, assim como a artéria íliaca circunflexa superficial (STONE, 1985; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Se neoplasia é a razão da amputação e os êmbolos são preocupantes, deve-se primeiro realizar a ligadura da veia (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998). Os músculos sartório, pectíneo, grácil e adutor são seccionadas em torno de 2 cm da prega inguinal (SCHULZ, 2007; SCHULZ et al., 2019). O músculo ílio psoas é seccionado e retraído para expor os nervos safeno e femoral, nos quais pode ser injetado anestésico local antes da secção do músculo pectíneo (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A cápsula articular medial é incisada, seguida pela secção do ligamento da cabeça do fêmur (SCHULZ, 2007; SCHULZ et al., 2019). No aspecto lateral do membro seccionam-se o músculo tensor da fáscia lata na porção média do fêmur, e os músculos bíceps femoral e abductor crural caudal (SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Os músculos tensor da fáscia lata e bíceps femoral são retraídos dorsalmente, expondo os músculos semitendinoso e semimembranoso, que são seccionados na altura do terço proximal do fêmur (STONE, 1985; WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). O nervo ciático é exposto e pode-se injetar anestésico local antes da secção (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A articulação coxofemoral é flexionada e abduzida expondo o quadrado femoral que é

seccionado, seguido da secção dos rotadores externos da articulação coxofemoral e depois dos músculos glúteos (WEIGEL, 2003; SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). São então seccionados a cápsula articular dorsal, os músculos coxa articular e reto femoral para total liberação do membro (STONE, 1985; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). As suturas incluem a fáscia do bíceps femoral ao músculo grácil, e o tensor da fáscia lata ao ílio psoas (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). O tecido subcutâneo e a pele são então suturados (SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; SCHULZ et al., 2019).

Na amputação da porção média do fêmur, realiza-se primeiramente incisão de pele semicircular, a qual se inicia do aspecto lateral do flanco, estende em direção à patela e termina na tuberosidade isquiática (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; WEIGEL, 2003; SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Na sequência, procede-se com incisão de pele semicircular na face medial, porém a extensão é a porção média do fêmur (WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Com o membro abduzido efetua-se a secção do músculo sartório caudal em sua porção média, assim como do músculo grácil (SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A artéria e veia femorais são identificadas, ligadas individualmente e seccionadas, e o nervo safeno seccionado (STONE, 1985; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A ligação desses vasos reduz a hemorragia na continuação do procedimento (DENNY e BUTTERWORTH, 2000). A porção músculo-tendínea do músculo pectíneo é seccionada próximo ao osso pélvico, e a artéria genicular descendente é ligada e seccionada (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A porção cranial do músculo sartório e o grupo quadríceps são seccionados próximo à patela (WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Com o membro aduzido são incisadas a aponeurose do músculo bíceps femoral, a fáscia lata e o músculo bíceps femoral na altura da incisão de pele (SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). O músculo bíceps femoral é retraído dorsalmente e o nervo ciático isolado e seccionado na altura do trocanter maior, de preferência tendo sido injetado anestésico local (SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Os músculos remanescentes são seccionados na porção média do fêmur, para então realizar-se a secção óssea na junção dos terços proximal e médio (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). A osteotomia pode ser efetuada com fio Gigli ou serra óssea

(MOTTA e HILL, 2018). Hemorragia da cavidade medular exposta pode ser controlada com cera óssea ou produto com fibra de celulose (KNAPP e CONSTANTINESCU, 1998). A extremidade distal do músculo quadríceps femoral é suturada ao adutor, o músculo bíceps femoral ao músculo grácil, e a parte caudal do músculo sartório a fáscia lata (WEIGEL, 2003; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Finaliza-se suturando o tecido subcutâneo, seguido da pele (WEIGEL, 2003; SCHULZ, 2007; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; MOTTA e HILL, 2018).

Membro torácico

O membro torácico pode ser amputado pela remoção da escápula, o que elimina a atrofia muscular ao redor da espinha da escápula, ou pela desarticulação da articulação do ombro, considerado tecnicamente mais demandante e não associado com melhora de êxito (DALY, 2014; MOTTA e HILL, 2018; SCHULZ et al., 2019).

Na amputação pela remoção da escápula o procedimento é iniciado pela incisão de pele da borda dorsal da escápula, espinha da escápula e terço proximal do úmero (SCHULZ et al., 2019). Os músculos trapézio e omotransverso são seccionados na espinha da escápula e o músculo romboide é seccionado próximo a sua união a borda dorsal da escápula (DALY, 2014; SCHULZ et al., 2019). Na sequência a escápula é retraída lateralmente, elevando-se o músculo serrato ventral da sua superfície medial (SCHULZ et al., 2019). A artéria e veia axilares são ligadas pela técnica de sutura transfixante, seguida pela secção do plexo braquial, com o uso de bisturi ou tesoura já que a formação de neuroma é incomum em cães (DALY, 2014; SCHULZ et al., 2019). Após, são seccionados os músculos braquiocefálico, peitorais superficial e profundo, latíssimo do dorso (DALY, 2014). Se a indicação da cirurgia é por neoplasia, os nódulos linfáticos visíveis devem ser removidos (MOTTA e HILL, 2018). O membro é removido e inicia-se a aproximação dos músculos para cobrir o plexo braquial e vasos (SCHULZ et al., 2019). Sutura-se então o tecido subcutâneo e pele (DALY, 2014; MOTTA e HILL, 2018; SCHULZ et al., 2019).

Complicações

Uma complicação imediata da amputação é a hemorragia, que se em grande quantidade requer nova intervenção para localização da artéria ou veia comprometida (STONE, 1985; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). O sangue acumulado precisa ser removido para evitar infecção ou produção excessiva de tecido fibroso (STONE, 1985). Marín et al. (2012) realizaram estudo com 46 Greyhounds submetidos à amputação do membro por tumor ósseo apendicular primário, para avaliar a frequência de sangramento pós-operatório e determinar se a administração do ácido épsilon aminocapróico foi efetivo na prevenção do sangramento. Em 28% dos casos ocorreu sangramento 48-72 horas após o procedimento cirúrgico. Por modelo de regressão logística, os cães que não receberam ácido épsilon aminocapróico tiveram 5,7 vezes mais chance para desenvolver sangramento, mesmo considerando os que receberam plasma fresco congelado.

Outras complicações da amputação incluem a formação de seroma, deiscência de pontos, ulceração da pele, edema na região do coto, formação de neuroma e dor fantasma (STONE, 1985; SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Foi também descrito o caso de um cão amputado do membro torácico, que luxou o membro contralateral após queda de uma escadaria e necessitou de dois procedimentos cirúrgicos para correção da lesão (BURTON e OWEN, 2007).

Billas et al. (2022) verificaram que a eletrocirurgia ou a secção aguda para incisão muscular devem ser priorizados ao emprego de dispositivos de selagem dos vasos bipolar, de forma a diminuir a incidência e fatores de risco para infecção do local cirúrgico em casos de amputações de membros torácicos e pélvicos, conforme estudo multicêntrico com 248 cães.

Por sua vez, Contreras et al. (2018) avaliaram a satisfação do proprietário e o êxito de cães amputados que necessitaram de cirurgia do joelho, com média de 9 meses após a amputação. A ruptura do ligamento cruzado cranial ocorreu em 11 dos 17 cães. Outras lesões incluíram luxação de patela com ou sem ruptura do ligamento cruzado cranial, luxação coxofemoral, displasia do cotovelo. Resultado aceitável de médio a longo prazo foi alcançado em 16 dos 17 caninos amputados.

2.3 *Função do membro*

A função após a amputação de um membro tem sido considerada de boa a excelente, mesmo em cães de raças grandes (KIRPENSTEIJN et al., 1999; SÉGUIN e WEIGEL, 2012; DICKERSON et al., 2015). Em geral, a adaptação dos cães após a amputação do membro torácico é mais difícil que a do membro pélvico, porém essa diferença diminui conforme o aumento do tempo de adaptação (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Visto que os cães suportam 60% do peso nos membros torácicos, a amputação de um membro torácico sujeita ao membro remanescente uma maior força (LEVINE et al., 2004).

Acredita-se que cães com amputação de um membro torácico tem mais dificuldade em manter o balanço e caem com maior frequência, ao passo que os com amputação de um membro pélvico tem mais dificuldade em ganhar velocidade (SÉGUIN e WEIGEL, 2012). Os pacientes precisam reobter o senso de balanço com um novo centro de gravidade; para isso, se o cão apresenta sobrepeso, a redução do peso é uma parte importante do tratamento (LEVINE et al., 2004). Em um estudo, avaliando cães com osteossarcoma apendicular, 97% dos animais (n=31) tiveram um bom retorno à função após a amputação, e um necessitou assistência para se locomover, sendo considerado falho (WUSTEFELD-JANSSENS et al., 2019).

Kirpensteijn et al. (1999) entrevistaram por telefone proprietários de cães amputados (n=44) de um membro, sendo 25 torácicos e 19 pélvicos. Foi citado que 42 cães se adaptaram satisfatoriamente à locomoção em três pernas, a maioria em 1 mês após a intervenção. O peso de 4 kg a 60 kg (6 de categoria pequena, 15 média e 23 grande) não influenciou a adaptação e, segundo os autores, não deve ser considerado como critério para realização do procedimento. Da mesma forma, não foi detectada associação entre idade (1 a 14 anos) com qualidade e velocidade de adaptação. Uma observação comum foi que a maioria dos cães tinha dificuldade de locomoção com o uso de guia. Relativo às mudanças de comportamento, seis cães mostraram agressão, cinco ansiedade, dois diminuição da dominância e um falta de interesse em relação aos outros cães.

A satisfação e a percepção da adaptação de cães após a amputação do membro torácico (n=64) foram analisadas, retrospectivamente, por Dickerson et al. (2015). Os tutores foram entrevistados por telefone. Não foi verificada nenhuma mudança na atitude do animal após a amputação, e constatado completo ou parcial retorno da qualidade de vida foram notados em 91% e 88% dos cães, respectivamente. Os maiores escores de condição corpórea e peso corpóreo na época da cirurgia foram negativamente correlacionados como escore de qualidade de vida após a cirurgia.

Magidenko et al. (2022) avaliaram 14 cães e quatro gatos que foram submetidos à amputação dupla, das quais 12 foram decorrentes de processos traumáticos. A amputação foi efetuada de forma simultânea em 11 pacientes. A amputação incluiu os dois membros pélvicos em 12 animais, os dois membros torácicos em quatro, e dois tiveram um membro pélvico e um membro torácico contralateral amputado. Nove animais tiveram dupla amputação parcial do membro. Complicações consideradas como maiores (cirurgia de revisão ou eutanásia) ocorreram em um cão e dois gatos. Diferença de êxito clínico entre a amputação parcial e total não foi detectada, visto os escores de satisfação pelos proprietários terem sido alto nos dois. Embora nenhum animal com amputação parcial usasse prótese externa, quatro de nove pacientes empregavam os cotos para ambulação ou balanço. Com relação a satisfação do proprietário, 17 relataram estar médio ou muito satisfeitos, e um relatou estar muito insatisfeito. Os autores concluíram que o procedimento é uma alternativa em casos de restrição financeira ou desfiguração grave do membro.

2.4 *Aspectos da análise cinética e cinemática*

Kirpensteijn et al. (2000) analisaram as forças de reação ao solo em cinco cães amputados do membro torácico e cinco do membro pélvico, as quais foram comparadas com 22 cães labradores adultos normais. O peso médio dos cães foi 31 kg e as amputações se deveram ao osteossarcoma (n=7) e trauma (n=3). As avaliações foram feitas com pelo menos um mês após a

amputação, sob velocidade controlada ao caminhar. Aqueles que tiveram o membro torácico amputado distribuíram 46,9% do peso corpóreo para o membro contralateral e 53,1% para os membros pélvicos. Por sua vez, os que tiveram o membro pélvico amputado distribuíram 73,6% nos membros torácicos e 26,4% para o membro contralateral. Os cães normais distribuíram 59,8% para os membros torácicos e 40,2% para os membros pélvicos. A perda de um membro promoveu mudanças significantes nas forças de reação ao solo, impulso e tempo de contato dos demais membros, bem como localização do centro de gravidade. Os autores concluíram que as alterações foram maiores com a perda de um membro torácico do que com um membro pélvico.

Abdelhadi et al. (2012) induziram claudicação com suporte de peso, por meio de colocação de pequena esfera revestida com algodão sob a pata no membro torácico de sete Beagles. Com isso os autores estudaram o mecanismo compensatório dos animais andando (0,7–0,9 m/s) e trotando (1,2–1,4 m/s) em esteira de quatro cintos com um sistema de plataforma de força. Foi avaliada a força craniocaudal, dividida em componentes de refreamento e propulsão. Ao comparar com os cães controle, uma força propulsiva foi produzida pelos pares de membros diagonais claudicantes devido a reduzida força de refreamento no membro torácico afetado e um aumento da força propulsiva no membro pélvico contralateral, quando os cães caminhavam e trotavam.

Fischer et al. (2013) analisaram a força vertical e parâmetros temporais (padrão de pisada e duração de apoio relativo) na claudicação induzida (pequena esfera colocada na pata) nos membros pélvicos de oito cães da raça Beagle, na locomoção ao caminhar e ao trote em esteira. Em ambos tipos de locomoção, a força vertical diminuiu no membro ipsilateral e aumentou no membro pélvico contralateral. O pico de força aumentou no membro torácico ipsilateral e não mudou no contralateral. O centro de massa se deslocou consistentemente para o lado contralateral do corpo e craniocaudalmente para o lado oposto do membro afetado.

As diferenças cinéticas e cinemáticas entre cães normais (n=24) e aqueles com amputação do membro torácico (n=16) foram analisadas, por Jarvis et al. (2013), empregando três plataformas de força em série. Os animais foram avaliados ao trote e os dados foram registrados durante a fase de apoio.

Segundo os autores, os cães amputados não realizaram um verdadeiro trote, mas sim locomoção saltitante ou de galope. Houve aumento da duração da fase de apoio e impulso vertical em todos os membros quando comparado ao controle. A distribuição de peso aumentou 14% no membro torácico remanescente e uma combinação de 17% nos membros pélvicos. O componente de refreamento da força de reação do solo foi significativamente aumentado no membro torácico e membro pélvico ipsilateral ao membro amputado. O membro pélvico ipsilateral também apresentou componente propulsivo da força de reação do solo significativamente aumentado. A coluna vertebral, carpo e articulações coxofemoral e do joelho ipsilaterais mostraram alterações cinéticas decorrentes da amputação. Na opinião dos autores, a adaptação à amputação do membro pode requerer mais do que um mês, e as estratégias compensatórias podem levar os cães a um risco aumentado de injúrias nos membros remanescentes.

Hogy et al. (2013) avaliaram 12 cães amputados do membro pélvico em virtude de processo tumoral e 24 cães controles, por meio de análise cinemática e cinética (três plataformas de força em série). Os cães amputados ajustaram a perda do membro por meio do aumento da amplitude de movimento na articulação do tarso e das regiões vertebrais cérvico-torácicas e tóraco-lombares, além da extensão das vértebras lombo-sacrais. Do ponto de vista cinético, os cães alternaram entre uma locomoção desviada lateralmente, quando o membro pélvico estava em propulsão, e um padrão de locomoção orientado cranialmente de forma regular quando um dos membros torácicos estava em propulsão.

A locomoção tripedal foi avaliada em nove cães Beagle saudáveis, por Fuchs et al. (2014). A amputação do membro pélvico direito foi simulada pela aplicação de uma tala de Ehmer modificada. As forças de reação ao solo foram avaliadas em esteira equipada com plataforma de força. O tipo de locomoção foi considerado como “caminhada de corrida” devido as sobreposições dos contatos ao solo dos membros torácicos. As durações da passada e do apoio diminuíram significativamente em todos os membros quando os cães deambularam tripedalmente. Segundo os autores, a perda simulada de um membro pélvico é primariamente compensada por alterações nas forças exercidas pelo membro pélvico contralateral e membro torácico ipsilateral.

Goldner et al. (2015) realizaram avaliação cinemática da locomoção tripedal em virtude da amputação do membro pélvico direito, simulada pela colocação de uma tala de Ehmer modificada em nove cães saudáveis da raça Beagle. Diferenças significativas na excursão angular foram identificadas em várias articulações de cada membro durante o apoio e o balanço. As diferenças mais pronunciadas ocorreram no membro pélvico remanescente, seguido pelo membro torácico contralateral e, em menor grau, pelo membro torácico ipsilateral.

Galindo-Zamora et al. (2016) avaliaram 12 cães com amputação do membro pélvico, por meio de análise cinética (esteira com plataforma de força integrada) e cinemática, antes do procedimento e aos 10, 30, 90 e 120 dias após do procedimento. Em nove casos, a amputação se deveu por tumor, um por trauma e um por complicação cirúrgica. Houve uma redistribuição de carga para todos os membros após a amputação por desarticulação do quadril e, após 10 dias, os pacientes já estabeleceram o próprio padrão locomotor. Como os animais já eram gravemente claudicantes antes da amputação, não houve mudança significativa da redistribuição de carga após a cirurgia. Os dados cinemáticos mostraram diferenças entre sessões na progressão do ângulo médio de quase todas as articulações avaliadas. Os tutores revelaram um alto grau de satisfação após o procedimento cirúrgico.

A porcentagem de suporte de peso foi avaliada, por Cole e Millis (2017), em 10 cães com amputação do membro torácico e 10 com amputação do membro pélvico, por meio de um analisador comercial de postura (Companion Laser). Os autores citaram que a variação da cronicidade e a gravidade da claudicação antes da amputação podem afetar os resultados, já que os cães requerem um tempo para adaptação à locomoção com três membros. Os cães com amputação prévia do membro torácico ou do membro pélvico, apresentaram um aumento na sustentação de peso no membro torácico contralateral.

3 REFERÊNCIAS

- ADAMSON, C.; KAUFMANN, M.; LEVINE, D.; MILLIS, D.L.; MARCELLIN-LITTLE, D.J. Assistive devices, orthotics, and prosthetics. *Vet. Clin. Small Anim.*, v.35, p.1441-1451, 2005.
- ABDELHADI, J.; WEFSTAEDT, P.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Fore-aft ground force adaptations to induced forelimb lameness in walking and trotting dogs. *Plos One*, v.7, n.12, p. e52202- e52202, 2012.
- BESANCON, M.F.; CONZEMIUS, M.G.; DERRICK, T.R.; RITTER, M.J. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.16, n.3, p.153-157, 2003.
- BILLAS, A.R.; GRIMES, J.A.; HOLLENBECK, D.L.; DICKERSON, V.M.; WALLACE, M.L.; SCHMIEDT, C.W. Incidence of and risk factors for surgical site infection following canine limb amputation. *Vet. Surg.*, v.51, n.3, p.418-425, 2022.
- BURTON, N.J.; OWEN, M.R. Treatment of a shoulder luxation in a forelimb amputee dog. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.20, n.2, p.146-149, 2007.
- BUTT, T.D.; CRUZ, A.M.; BAILEY, J.V.; CRAWFORD, W.H. Outcome of limb amputations in wapiti: 13 cases (1995-2001). *Can. Vet. J.*, v.42, p.936-939, 2001.
- COLE, G.L.; MILLIS, D. The effect of limb amputation on standing weight distribution in the remaining three limbs in dogs. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.30, n.1, p.59-61, 2017.
- CONTRERAS, E.T.; WORLEY, D.R.; PALMER, R.H.; DUERR, F.M. Postamputation orthopedic surgery in canine amputees: owner satisfaction and outcome. *Top. Companion Anim. Med.*, v.33, n.3, p.89-96, 2018.
- DALY, W.R. Amputation of the forelimb. In: BOJRAB, M.J.; WALDRON, D.; TOOMBS, J.P. *Current techniques in small animal surgery*. 5.ed. Jackson: Teton Newmedia, 2014. chap.59, p.972-976.
- DENNY, H.R.; BUTTERWORTH, S.J. 2000. Hindlimb amputation. In: ____. *A guide to canine and feline surgery*. 4.ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. chap.46, p.599-600.

- DICKERSON, V.M.; COLEMAN, K.D.; OGAWA, M.; SABA, C.F.; CORNELL, K.K.; RADLINSKY, M.G.; SCHMIEDT, C.W. Outcomes of dogs undergoing limb amputation, owner satisfaction with limb amputation procedures, and owner perceptions regarding postsurgical adaptation: 64 cases (2005-2012). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.247, n.7, p.786-792, 2015.
- FISCHER, S.; ANDERS, A.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Compensatory load redistribution in walking and trotting dogs with hind limb lameness. *Vet. J.*, v.197, n.3, p.746-752, 2013.
- FUCHS, A.; GOLDNER, B.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Ground reaction force adaptations to tripod locomotion in dogs. *Vet J.*, v.201, n.3, p.307-315, 2014.
- GALINDO-ZAMORA, V.; von BABO, V.; EBERLE, N.; BETZ, D.; NOLTE, I.; WEFSTAEDT, P. Kinetic, kinematic, magnetic resonance and owner evaluation of dogs before and after the amputation of a hind limb. *BMC Vet. Res.*, v.12, n.20, p.1-14, 2016.
- GOLDNER, B.; FUCHS, A.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Kinematic adaptations to tripod locomotion in dogs. *Vet. J.*, v.204, n.2, p.192-200, 2015.
- GORDON-EVANS, W.J. Gait analysis. In: TOBIAS, K.M., JOHNSTON, S.A. *Veterinary surgery small animal*. Canada: Elsevier Saunders, 2012. p.1190-1196.
- HOGY, S.M.; WORLEY, D.R.; JARVIS, S.L.; HILL, A.E.; REISER, R.F. 2nd; HAUSSLER, K.K. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a pelvic limb. *Am. J. Vet. Res.*, v.74, n.9, p.1164-1171, 2013.
- JARVIS, S.L.; WORLEY, D.R.; HOGY, S.M.; HILL, A.E.; HAUSSLER, K.K.; REISER, R.F. 2nd. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a thoracic limb. *Am. J. Vet. Res.*, v.74, n.9, p.1155-1163, 2013.
- KIRPENSTEIJN, J.; Van den BOS, R.; ENDENBURG, N. Adaptation of dogs to the amputation of a limb and their owners' satisfaction with the procedure. *Vet. Rec.*, v.144, p.115-118, 1999.
- KIRPENSTEIJN, J.; van den BOS, R.; van den BROM, W.E.; HAZEWINKEL, H.A. Ground reaction force analysis of large breed dogs when walking after the amputation of a limb. *Vet. Rec.*, v.146, n.6, p.155-159, 2000.
- KNAPP, D.W.; CONSTANTINESCU, G.M. Amputation and disarticulation of the hind limb. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. *Current techniques*

is small animal surgery. 4.ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1998. chap.64, p.1291-1294.

LASCELLES, B.D; ROE, S.C.; SMITH, E.; REYNOLDS, L.; MARKHAM, J.; MARCELLIN-LITTLE, D.; BERGH, M.S.; BUDSBERG, S.C. Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.67, n.2, p.227-282, 2006.

LEVINE, D.; TAYLOR, R.A.; MILLIS, D.L. Physical therapy for specific diagnoses. In: MILLIS, D.L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R.A. *Canine rehabilitation physical therapy*. St. Louis: Saunders, 2004. chap.21, p.355-387.

MAGIDENKO, S.R.; PETERSON, N.W.; PISANO, G.; BUOTE, N.J. Analysis of patient outcome and owner satisfaction with double limb amputations: 14 dogs and four cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.260, n.8, p.884-891, 2022.

MARÍN, L.M.; IAZBIK, M.C.; ZALDIVAR-LOPEZ, S.; LORD, L.K.; STINGLE, N.; VILAR, P.; LARA-GARCIA, A.; ALVAREZ, F.; HOSOYA, K.; NELSON, L.; POZZI, A.; COOPER, E.; MCLOUGHLIN, M.A.; BALL, R.; KISSEBERTH, W.C.; LONDON, C.A.; DUDLEY, R.; DYCE, J.; MCMAHON, M.; LERCHE, P.; BEDNARSKI, R.; COUTO, C.G. Retrospective evaluation of the effectiveness of epsilon aminocaproic acid for the prevention of postamputation bleeding in retired racing Greyhounds with appendicular bone tumors: 46 cases (2003-2008). *J. Vet. Emerg. Crit. Care*, v.22, n.3, p.332-340, 2012.

MOTTA, T.; HILL, L. Forelimb, hindlimb, and digit amputation. In: POLAK, K.; KOMMEDAL, A.T. *Field manual for small animal medicine*. John Wiley & Sons, 2018. p.237-248.

NOLAN, M.W.; UZAN, O.C.; GREEN, N.A.; LANA, S.E.; LASCELLES, B.D.X. Intensity of perioperative analgesia but not pre-treatment pain is predictive of survival in dogs undergoing amputation plus chemotherapy for extremity osteosarcoma. *Vet. Comp. Oncol.*, v.20, n.3, p.568-576, 2022.

SCHULZ, K. Amputation. In: FOSSUM, T.W. *Small animal surgery*. 3rd ed. St. Louis: Mosby Elsevier, 2007. p.1342-1346.

SCHULZ, K.S; HAYASHI, K.; FOSSUM, T.W. Other diseases of bones and joints. In: FOSSUM, T.W. *Small animal surgery*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier, 2019. p.1295-1312.

SÉGUIN, B.; WEIGEL, J.P. Amputations. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. *Veterinary Surgery: Small Animal*. St. Louis: Elsevier Saunders, 2012. chap.65, p.1029-1036.

STONE, E.A. Amputation. In: NEWTON, C.D.; NUNAMAKER, D.M. *Textbook of small animal orthopaedics*. Philadelphia: Lippincott, 1985. chap.48, p.577-588.

WEIGEL, J.P. Amputations. In: SLATTER, D. *Textbook of small animal surgery*. 3.ed. Philadelphia: Saunders. 2003. chap.152, p. 2180-2190.

WUSTEFELD-JANSSENS, B.G.; SÉGUIN, B.; EHRHART, N.P.; WORLEY, D.R. Analysis of outcome in dogs that undergo secondary amputation as an end-point for managing complications related to limb salvage surgery for treatment of appendicular osteosarcoma. *Vet. Comp. Oncol.*, v.18, n.1, p.84-91, 2020.

CAPÍTULO 2

ARTIGO CIENTÍFICO

A ser enviado para o periódico: *Topics in Companion Animal Medicine*

Normas do periódico

<https://www.sciencedirect.com/journal/topics-in-companion-animal-medicine>

\

Análise do movimento por meio de plataforma de pressão em cães com amputação alta ou baixa

1 INTRODUÇÃO

A amputação de um membro é um procedimento cirúrgico realizado em casos de processos tumorais envolvendo tecidos moles ou o osso, como por exemplo o osteossarcoma; trauma severo; lesões nervosas que tornam o membro afuncional com possibilidade de auto-trauma; processos isquêmicos; infecções severas; deformidades congênitas; e processos artríticos não tratáveis (Kirpensteijn et al., 1999; Weigel, 2003; Adamson et al., 2005; Séguin e Weigel, 2012; Daly, 2014; Motta e Hill, 2018).

A amputação em cães, em geral, é efetuada incluindo a maior parte do membro (Séguin e Weigel, 2012). As amputações parciais são efetuadas apenas nos casos de indicação de uso de próteses, visto que o excessivo comprimento do membro pode induzir a úlceras de pressão na extremidade distal do coto, e incluir desnecessária sobrecarga de peso sem qualquer benefício (Knapp e Constantinescu, 1998; Séguin e Weigel, 2012; Daly, 2014).

A função locomotora após a amputação de um membro tem sido considerada de bom a excelente, mesmo ao se considera cães de raças grandes (Séguin e Weigel, 2012; Wustefeld-Janssens et al., 2019). Visto o centro de gravidade em quadrúpedes estar localizado na região torácica, a amputação do membro pélvico promove uma melhor locomoção que a do torácico (Adamson et al., 2005). Apesar disso, a forma como ocorre a distribuição de força entre os

membros restantes tem sido avaliada, especialmente por meio de plataforma de força (Kirpensteijn et al., 2000; Jarvis et al., 2013), analisador comercial de postura (Cole e Millis, 2017), plataforma de força e cinemática (Hogy et al., 2013; Galindo-Zamora et al., 2016). A plataforma de pressão é um outro método de se obter as informações cinéticas e têmporo-espaciais, cujo emprego já tem sido padronizado com o uso de cães normais (Besancon et al., 2003; Lascelles et al., 2006; Gordon-Evans, 2012). Uma das vantagens desse sistema é capturar e analisar múltiplas sequências de passos, sendo os dados considerados consistentes e confiáveis (Gordon-Evans, 2012).

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar a locomoção de cães que foram submetidos à amputação alta ou baixa, de um membro torácico ou pélvico, usando a plataforma de pressão. A amputação alta correspondeu a remoção total do membro e a baixa a remoção parcial do membro, efetuada visando a futura aplicação de prótese externa. A hipótese foi que o tipo de amputação poderia causar diferenças na porcentagem de distribuição de peso corpóreo, o que pode influenciar na qualidade da locomoção.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Animais e ambiente de experimentação

A metodologia adotada no presente trabalho foi aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Botucatu (nº. 0184/2021-CEUA) (Anexo 1).

Foram utilizados 48 cães amputados, que foram selecionados por meio de análise retrospectiva das fichas da rotina hospitalar do serviço de cirurgia de pequenos animais da FMVZ, e da rotina de duas Organizações não Governamentais (ONGs). Após a primeira seleção, os animais foram avaliados por meio de exames clínico geral, ortopédico específico e radiográfico. Considerou-se como critério de inclusão animais com idade acima ou igual a 1 ano de idade, com pelo menos seis meses da amputação do membro, e sem outras alterações osteomusculares que pudessem interferir com o experimento. Os critérios de exclusão foram animais que não foram capazes de se locomover

na plataforma de pressão na velocidade estabelecida, animais agressivos na manipulação e com presença de tumor.

Os animais que sofreram amputação alta tiveram os membros desarticulados. Nas baixas os membros torácicos foram amputados em terço distal de rádio e ulna, e nos membros pélvicos estas foram no terço distal de tíbia e fíbula. Estas últimas se deram nesta altura, visto a intenção de realização futura de próteses externa ou por solicitação do proprietário, que foi alertado sobre a possibilidade de complicações.

2.2 Análise cinética

Antes da realização da análise cinética, os cães foram aclimatados ao ambiente e estimulados à locomoção em linha reta na plataforma de pressão. No momento prévio às gravações, os animais foram pesados em balança eletrônica calibrada.

Os dados cinéticos foram obtidos com o uso da plataforma de pressão "Walkway High Resolution HRV4 da Tekscan"¹, constituída de quatro placas em série, com um total de 1.951 mm de comprimento e 447 mm de largura. A captação e o processamento dos dados foram efetuados com uso de *software* Walkway 7,0 (Tekscan). Para cada cão, o sistema foi equilibrado e calibrado, conforme especificações do fabricante, antes da obtenção dos dados.

Os cães foram conduzidos caminhando em linha reta, com guia e do lado direito do condutor. A velocidade foi mantida entre 0,9 m/s e 1,1 m/s e a aceleração entre -0,20 m/s² e 0,20 m/s², como previamente descrito (Kano et al., 2016). Para cada cão foram capturadas em média 20 trilhas, das quais foram selecionadas cinco trilhas válidas. A trilha foi considerada válida quando três membros entraram em contato com a superfície da plataforma em cada ciclo da locomoção e encontravam-se dentro da velocidade estipulada.

Incluindo todas as passadas foram aferidos os seguintes parâmetros cinéticos: Pico de Força Vertical (PFV) e Impulso Vertical (IV). Ambos foram normalizados conforme o peso do cão e representados em porcentagem de peso corpóreo, respectivamente, em %PC e %PC*s. A porcentagem da distribuição

¹ TEKSCAN Inc. South Boston, MA, USA.

do peso corpóreo entre os três membros na locomoção foi determinada por: $(\text{PFV do membro} / \sum \text{PFV dos três membros}) \times 100$.

2.3 Análise estatística

Pela distribuição dos dados optou-se pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney. Foi utilizado nível de significância de $p < 0,05$. As análises foram efetuadas com auxílio do software GraphPad Prism 8.0.1 (GraphPad Software, San Diego, California USA).

Calculou-se a diferença da distribuição de peso: membro torácico = valor obtido – 30; membro pélvico = valor obtido – 20. A porcentagem de sobrecarga para membro torácico foi determinada: $[(\text{Valor obtido}/30) - 1] \times 100$. A porcentagem de sobrecarga para membro pélvico foi determinada: $[(\text{Valor obtido}/20) - 1] \times 100$. Para cada variável foram analisados os membros ipsilateral, contralateral e diagonal.

3 RESULTADOS

3.1 Distribuição dos grupos e dados gerais

Um total de 39 cães atenderam ao critério de inclusão. As causas da amputação foram acidente por veículo automobilístico (n=38) e uma possível má-formação do membro com presença apenas de parte do fêmur. Estes foram então divididos em quatro grupos, como segue:

Grupo 1 (n=10) – amputação alta de um membro torácico, 4 machos e 6 fêmeas, idade entre 1,5 e 7 anos (média $4,10 \pm 1,79$ anos) e com massa corpórea variando entre 5 e 29,80 kg (média de $16,77 \pm 9,48$ kg);

Grupo 2 (n=10) – amputação baixa de um membro torácico, 6 machos e 4 fêmeas, idade entre 2,5 e 12 anos (média $6,3 \pm 3,06$ anos) e com massa corpórea variando entre 9,45 e 23,5 kg (média de $17,73 \pm 5,39$ kg);

Grupo 3 (n=9) – amputação alta de um membro pélvico, 4 machos e 5 fêmeas, idade entre 1 e 8 anos (média $4,66 \pm 2,41$ anos) e com massa corpórea variando entre 4,75 e 26,4 kg (média de $12,09 \pm 7,47$ kg);

Grupo 4 (n=10) – amputação baixa de um membro pélvico, 5 machos e 5 fêmeas, idade entre 1,5 e 8 anos (média $4,2 \pm 2,16$ anos) e com massa corpórea variando entre 10,35 e 35,8 kg (média de $18,59 \pm 9$ kg).

Os animais foram numerados de 1 a 39, seguindo a sequência dos grupos. O tempo de amputação, excluindo o cão que apresentava má-formação, foram 2,5 anos ($\pm 1,50$), 2,8 anos ($\pm 1,41$), 1,65 anos ($\pm 0,75$), 1,92 ($\pm 1,57$) anos, respectivamente, para os Grupo 1, 2, 3 e 4. Os dados dos Grupos 1, 2, 3 e 4 estão presentes nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 1. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 1 (amputação alta membro torácico).

Número	Idade (anos)	Sexo	Castrado	Massa corpórea (kg)	Tempo amputação (anos)	Membro amputado
1	3	Fêmea	Sim	20,8	2	E
2	6	Fêmea	Sim	8,4	1	D
3	1,5	Macho	Sim	7,5	1	E
4	4	Macho	Sim	4,8	2	E
5	3,5	Macho	Sim	5,0	1	E
6	4,5	Fêmea	Sim	21,4	3	D
7	7	Fêmea	Sim	18,45	5	E
8	6	Fêmea	Sim	25,45	3	D
9	2	Fêmea	Sim	29,8	5	D
10	3,5	Macho	Sim	26,1	2	D

Tabela 2. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 2 (amputação baixa membro torácico).

Número	Idade (anos)	Sexo	Castrado	Massa corpórea (kg)	Tempo amputação (anos)	Membro amputado
11	2,5	Macho	Sim	9,45	1,5	D
12	7	Macho	Sim	18,5	3	E
13	3,5	Macho	Sim	23,5	2,5	D
14	6	Fêmea	Sim	11,55	1	E
15	8	Fêmea	Sim	16,1	3	D
16	12	Fêmea	Sim	16,8	5	E
17	10	Fêmea	Sim	21,2	5	E
18	5	Macho	Sim	27,3	3	D
19	3	Macho	Sim	18,8	1	D
20	6	Fêmea	Sim	14,1	3	E

Tabela 3. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 3 (amputação alta membro pélvico).

Número	Idade (anos)	Sexo	Castrado	Massa corpórea (kg)	Tempo amputação (anos)	Membro amputado
21	5,0	Macho	Sim	6,5	2	D
22	3,5	Macho	Sim	4,75	1	E
23	6,5	Fêmea	Sim	6,6	1	D
24	6,0	Fêmea	Sim	12,5	3	D
25	1	Fêmea	Não	17,2	Má formação	D
26	2	Fêmea	Sim	3,5	0,7	E
27	8	Macho	Sim	16,1	2	E
28	7	Fêmea	Sim	26,4	2	E
29	3	Macho	Sim	15,3	1,5	D

Tabela 4. Identificação (idade, sexo, inteiro ou castração, peso) e tempo decorrido da amputação dos cães pertencentes ao Grupo 4 (amputação baixa membro pélvico).

Número	Idade (anos)	Sexo	Castrado	Massa corpórea (kg)	Tempo amputação (anos)	Membro amputado
30	6	Macho	Sim	10,35	3	D
31	7	Macho	Sim	13,5	5	E
32	5	Fêmea	Sim	8,5	2	D
33	3	Fêmea	Sim	16,2	4	D
34	1,5	Fêmea	Sim	12,8	0,6	D
35	2,5	Fêmea	Sim	17,2	1	E
36	3	Macho	Sim	28,9	1	D
37	3	Fêmea	Sim	27,5	1,5	E
38	8	Macho	Sim	35,8	0,5	D
39	3	Macho	Sim	15,2	0,58	E

3.2 *Análise cinemática*

As Tabelas 5 e 6 apresentam as porcentagens de sobrecarga para os cães amputados (alto ou baixo) nos membros torácico ou pélvico, respectivamente. A Figura 1 ilustra a porcentagens de sobrecarga nos membros torácico e pélvico, com amputação alta ou baixa. As porcentagens de distribuição do pico de força vertical para os cães amputados dos membros torácico ou pélvico, respectivamente, estão nas Tabelas 7 e 8. A Figura 2 ilustra a porcentagens de distribuição do pico de força vertical nos membros torácico e pélvico, com amputação alta ou baixa. A diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) estão nas Tabelas 9 e 10, respectivamente, para os cães amputados dos membros torácico ou pélvico. A Figura 3 ilustra a diferença na porcentagem de distribuição peso nos membros torácico e pélvico, com amputação alta ou baixa.

Exceto para o membro contralateral na amputação do membro pélvico baixo e alto com relação à porcentagem de sobrecarga e porcentagem de distribuição do pico de força vertical ($p = 0,0147$), em todos os demais não foi notada diferença estatística.

Tabela 5. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de sobrecarga dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta ou baixa.

	No.	Mín.	25%	Mediana	75%	Máx.	Ampl.
Amputação Alta	10						
Ipsilateral		3,200	18,54	39,78	64,46	92,70	89,50
Contralateral		48,50	63,62	69,17	78,83	84,03	35,53
Diagonal		-36,25	-12,73	0,7750	17,55	46,60	82,85
Amputação Baixa	9						
Ipsilateral		16,95	19,23	35,74	49,88	61,35	44,40
Contralateral		49,90	51,49	85,09	95,97	106,0	56,07
Diagonal		-27,55	-15,70	-10,30	14,88	29,95	57,50

Tabela 6. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de sobrecarga dos membros de cães com amputação de um membro pélvico de forma alta ou baixa.

	No.	Mín.	25%	Mediana	75%	Máx.	Ampl.
Amputação Alta	10						
Ipsilateral		0,030	3,220	16,39	27,24	42,70	42,67
Contralateral		38,50	43,88	48,38	54,66	63,75	25,25
Diagonal		-5,230	2,680	21,80	32,22	36,47	41,70
Amputação Baixa	10						
Ipsilateral		4,400	11,06	25,75	45,40	48,97	44,57
Contralateral		9,850	19,95	37,68	43,38	68,05	58,20
Diagonal		-6,170	6,748	13,99	27,01	41,67	47,84

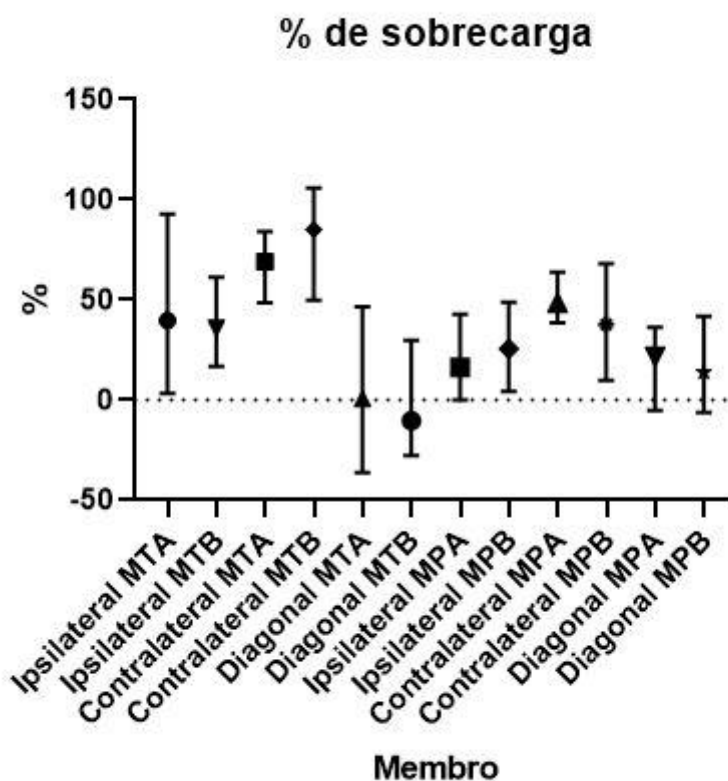


Figura 1. Porcentagem de sobrecarga dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta (MTA) ou baixa (MTB), ou de um membro pélvico de forma alta (MPA) ou baixa (MPB).

Tabela 7. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de distribuição do pico de força vertical dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta ou baixa.

	No.	Mín.	25%	Mediana	75%	Máx.	Ampl.
Amputação Alta	10						
Ipsilateral		20,64	23,71	27,96	32,89	38,54	17,90
Contralateral		44,55	49,09	50,75	53,65	55,21	10,66
Diagonal		12,75	17,46	20,16	23,51	29,32	16,57
Amputação Baixa	9						
Ipsilateral		23,39	23,85	27,15	29,98	32,27	8,880
Contralateral		44,97	45,45	55,53	58,79	61,79	16,82
Diagonal		14,49	16,86	17,94	22,98	25,99	11,50

Tabela 8. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da porcentagem de distribuição do pico de força vertical dos membros de cães com amputação de um membro pélvico de forma alta ou baixa.

	No.	Mín.	25%	Mediana	75%	Máx.	Ampl.
Amputação Alta	10						
Ipsilateral		30,01	30,97	34,92	38,17	42,81	12,80
Contralateral		27,70	28,78	29,68	30,93	32,75	5,050
Diagonal		28,43	30,81	36,54	39,67	40,94	12,51
Amputação Baixa	10						
Ipsilateral		31,32	33,32	37,67	43,62	44,69	13,37
Contralateral		21,97	23,99	27,54	28,68	33,61	11,64
Diagonal		28,15	32,03	34,20	38,10	42,50	14,35

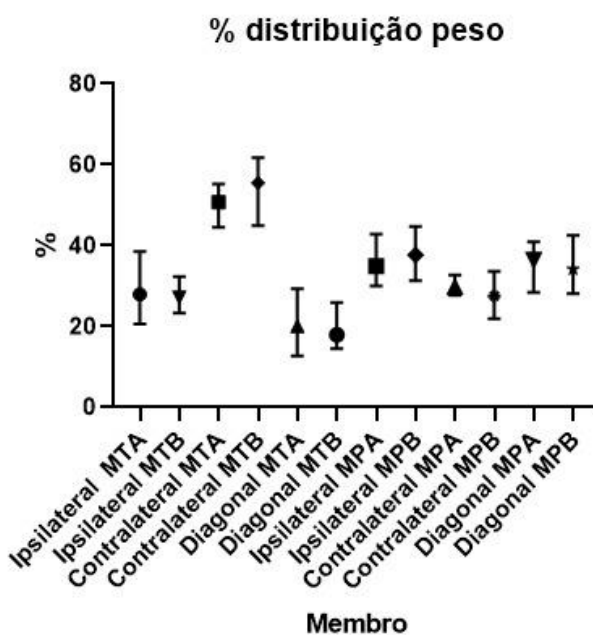


Figura 2. Porcentagem da distribuição de peso do Pico de Força Vertical (PVF) de cães com amputação de um membro torácico de forma alta (MTA) ou baixa (MTB), ou de um membro pélvico de forma alta (MPA) ou baixa (MPB).

Tabela 9. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) dos membros de cães com amputação de um membro torácico de forma alta ou baixa.

	No.	Mín.	25%	Mediana	75%	Máx.	Ampl.
Amputação Alta	10						
Ipsilateral		0,6400	3,708	7,955	12,89	18,54	17,90
Contralateral		14,55	19,09	20,75	23,65	25,21	10,66
Diagonal		-7,250	-2,545	0,1550	3,510	9,320	16,57
Amputação Baixa	9						
Ipsilateral		3,390	3,845	7,147	9,975	12,27	8,880
Contralateral		14,97	15,45	25,53	28,79	31,79	16,82
Diagonal		-5,510	-3,140	-2,060	2,975	5,990	11,50

Tabela 10. Valor mínimo (Min), percentil 25% (25%), mediana, percentil 75% (75%), valor máximo (Max) e amplitude (Ampl) da diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) dos membros de cães com amputação de um membro pélvico de forma alta ou baixa.

	No.	Mín.	25%	Mediana	75%	Máx.	Ampl.
Amputação Alta	10						
Ipsilateral		0,01000	0,9650	4,915	8,173	12,81	12,80
Contralateral		7,700	8,775	9,675	10,93	12,75	5,050
Diagonal		-1,570	0,8050	6,540	9,665	10,94	12,51
Amputação Baixa	10						
Ipsilateral		1,320	3,318	7,670	13,62	14,69	13,37
Contralateral		1,970	3,990	7,535	8,675	13,61	11,64
Diagonal		-1,850	2,025	4,195	8,103	12,50	14,35

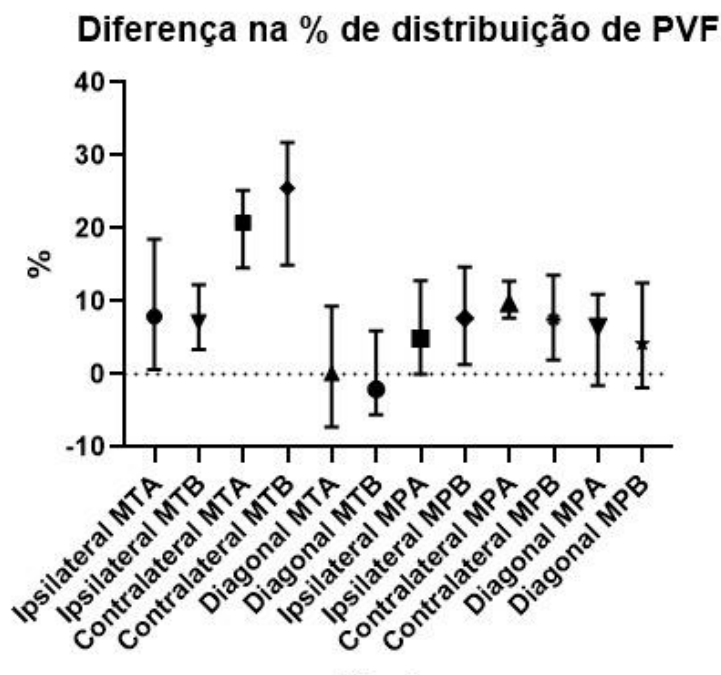


Figura 3. Diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) de cães com amputação de um membro torácico de forma alta (MTA) ou baixa (MTB), ou de um membro pélvico de forma alta (MPA) ou baixa (MPB).

4 DISCUSSÃO

A hipótese foi parcialmente confirmada, visto que a diferença entre amputação alta e baixa somente foi verificada no membro pélvico. Como os animais foram avaliados com mais de seis meses da amputação, foi possível considerar que estes já estavam adaptados a nova situação. Além disso, 97,43% dos cães foram amputados decorrente de graves processos traumáticos, o que permite afirmar que a causa apresentou uma menor influência nos grupos avaliados.

Entre os dados cinéticos, optou-se pela análise principalmente da porcentagem da distribuição de peso corpóreo, visto que em um estudo com um grupo heterogêneo de cães saudáveis conduzidos em velocidade controlada, a porcentagem de distribuição de peso corpóreo foi considerada como o dado

cinético com maior precisão (Kano et al., 2016). Uma vez que os grupos do atual estudo apresentaram variação em tamanho corpóreo, foram também obtidos os dados mantendo o controle da velocidade. Outros estudos empregando plataforma de pressão também têm empregado a velocidade controlada tendo um grupo controle de tamanho similar (Kirpensteijn et al., 2000; Jarvis et al., 2013; Hogy et al., 2013), ou pela avaliação do mesmo animal antes e após a amputação (Galindo-Zamora et al., 2016).

Ao se avaliar os cães com amputação do membro torácico, nota-se que a porcentagem da distribuição de peso corpóreo ocorreu para o membro contralateral (amputação alta: 50,75%; baixa: 55,53%) e para os membros pélvicos, principalmente no membro ipsilateral (amputação alta: 27,96%, baixa: 27,15%), baseando-se que um cão normal com os quatro membros promove uma distribuição de 60% nos membros torácicos (30% membro direito e 30% membro esquerdo) e 40% nos membros pélvicos (20% membro direito e 20% membro esquerdo) (Torres, 2020). Em estudo com plataforma de força em cinco cães amputados do membro torácico, ocorreu distribuição de 46,9% para o membro restante e 53,1% para os membros pélvicos (Kirpensteijn et al., 2000). Também em 16 cães amputados de um membro torácico, a distribuição de peso aumentou 14% no membro torácico remanescente e uma combinação de 17% nos membros pélvicos (Jarvis et al., 2013).

O cálculo da porcentagem de sobrecarga assim como da diferença na porcentagem de distribuição peso (diferença entre esperado e o observado) também mostraram essa mesma composição tanto para a amputação alta como a baixa do membro torácico. Em geral, a adaptação dos cães após a amputação do membro torácico é considerada mais difícil que no membro pélvico, porém essa diferença diminui com o tempo de adaptação (Séguin e Weigel, 2012). Como o tempo de amputação dos animais de ambos os grupos foram em média de 2,5 anos ($\pm 1,50$) e 2,8 anos ($\pm 1,41$) anos, provavelmente este não foi um fator de influência. Tem sido relatado que cães com amputação de um membro torácico tem mais dificuldade em manter o balanço e caem com maior frequência (Séguin e Weigel, 2012), já que precisam reobter o senso de balanço com um novo centro de gravidade (Levine et al., 2004). Segundo estudo com 16 cães amputados do membro torácico, a adaptação pode requerer mais do que um

mês e as estratégias compensatórias pode levar a um risco aumentado de injúrias nos membros remanescentes (Jarvis et al., 2013).

Na avaliação dos cães com amputação alta do membro pélvico verificou-se distribuição de 71,46% para os membros torácicos e 29,68% para o membro pélvico remanescente. Os valores foram próximos a um estudo com plataforma de força em cinco cães amputados do membro pélvico, no qual ocorreu distribuição de 73,6% para os membros torácicos e 26,4% para o membro restante (Kirpensteijn et al., 2000). Além disso, um estudo com 12 cães avaliados antes e após a amputação por desarticulação do quadril, a maioria delas decorrente de tumor, foi notada uma redistribuição de carga para todos os membros, sendo que a mesma não se alterou já que os animais já eram severamente claudicantes antes da amputação (Galindo-Zamora et al., 2016). Por outro lado, um estudo entre cães ao trote normais e 12 cães amputados do membro pélvico em virtude de processo tumoral não foi verificada diferença em suporte de peso entre membro torácico ipsilateral e membro torácico contralateral nos cães amputados, com pico de força vertical aumentado no membro pélvico remanescente (Hogy et al., 2013)

Nos cães com amputação baixa do membro pélvico notou-se uma porcentagem de distribuição principalmente para o membro pélvico contralateral e torácico ipsilateral. Também em estudo induzindo a locomoção tripedal em cães saudáveis da raça Beagle, com emprego de uma tala de Ehmer modificada, a perda simulada de um membro pélvico foi primariamente compensada por alterações nas forças exercidas pelo membro pélvico contralateral e membro torácico ipsilateral (Fuchs et al., 2014). Visto o grupo com amputação baixa se aproximar mais a locomoção tripedal, por manter maior quantidade de tecido, justifica-se a similaridade dos dados.

Por sua vez, ao se comparar a amputação alta e baixa do membro pélvico ocorreu uma maior porcentagem da distribuição de peso corpóreo e porcentagem de sobrecarga de peso para o membro contralateral naqueles animais que foram submetidos à amputação alta. O dado demonstra que o nível de amputação pode ser mais importante para o membro pélvico do que no torácico, devendo ser observado no momento da decisão.

Todos os casos de amputação baixa, tanto no membro torácico como no membro pélvico, foram efetuados a pedido do proprietário, uma vez que se visava a aplicação de próteses externas. Estudos sobre a locomoção em plataforma de força de cães amputados têm também verificado que há uma diferença de mudanças compensatórias em distribuição de peso de acordo com o local da amputação, ou seja, os membros torácicos carregam mais peso após a amputação do membro torácico do que o membro pélvico após a amputação de um membro pélvico (Kirpensteijn et al., 2000). Contudo, a altura da amputação do membro torácico não influenciou na porcentagem da distribuição do peso no atual estudo.

5. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos foi possível verificar que a altura da amputação do membro torácico não influenciou na distribuição da porcentagem de distribuição do peso corpóreo, porém no membro pélvico esta foi maior para o membro contralateral em cães que foram submetidos à amputação alta.

6. REFERÊNCIAS

ADAMSON, C.; KAUFMANN, M.; LEVINE, D.; MILLIS, D.L.; MARCELLIN-LITTLE, D.J. Assistive devices, orthotics, and prosthetics. *Vet. Clin. Small Anim.*, v.35, p.1441-1451, 2005.

BESANCON, M.F.; CONZEMIUS, M.G.; DERRICK, T.R.; RITTER, M.J. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.16, n.3, p.153-157, 2003.

COLE, G.L.; MILLIS, D. The effect of limb amputation on standing weight distribution in the remaining three limbs in dogs. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.30, n.1, p.59-61, 2017.

DALY, W.R. Amputation of the forelimb. In: BOJRAB, M.J.; WALDRON, D.; TOOMBS, J.P. *Current techniques in small animal surgery*. 5.ed. Jackson: Teton Newmedia, 2014. chap.59, p.972-976.

FUCHS, A.; GOLDNER, B.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Ground reaction force adaptations to tripod locomotion in dogs. *Vet J.*, v.201, n.3, p.307-315, 2014.

GALINDO-ZAMORA, V.; von BABO, V.; EBERLE, N.; BETZ, D.; NOLTE, I.; WEFSTAEDT, P. Kinetic, kinematic, magnetic resonance and owner evaluation of dogs before and after the amputation of a hind limb. *BMC Vet. Res.*, v.12, n.20, p.1-14. 2016.

GORDON-EVANS, W.J. Gait analysis. In: TOBIAS, K.M., JOHNSTON, S.A. *Veterinary surgery small animal*. Canada: Elsevier Saunders, 2012. p.1190-1196.

HOGY, S.M.; WORLEY, D.R.; JARVIS, S.L.; HILL, A.E.; REISER, R.F. 2nd; HAUSSLER, K.K. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a pelvic limb. *Am. J. Vet. Res.*, v.74, n.9, p.1164-1171, 2013.

JARVIS, S.L.; WORLEY, D.R.; HOGY, S.M.; HILL, A.E.; HAUSSLER, K.K.; REISER, R.F. 2nd. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a thoracic limb. *Am. J. Vet. Res.*, v.74, n.9, p.1155-1163, 2013.

KANO, W.T.; RAHAL, S.C.; AGOSTINHO, F.S.; MESQUITA, L.R.; SANTOS, R.R.; MONTEIRO, F.O.; CASTILHO, M.S.; MELCHERT, A. Kinetic and temporospatial gait parameters in a heterogeneous group of dogs. *BMC Vet. Res.*, v.12, n.2, p.1-9, 2016.

KIRPENSTEIJN, J.; Van den BOS, R.; ENDENBURG, N. Adaptation of dogs to the amputation of a limb and their owners' satisfaction with the procedure. *Vet. Rec.*, v.144, p.115-118, 1999.

KIRPENSTEIJN, J.; van den BOS, R.; van den BROM, W.E.; HAZEWINKEL, H.A. Ground reaction force analysis of large breed dogs when walking after the amputation of a limb. *Vet. Rec.*, v.146, n.6, p.155-159, 2000.

KNAPP, D.W.; CONSTANTINESCU, G.M. Amputation and disarticulation of the hind limb. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. *Current techniques in small animal surgery*. 4.ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1998. chap.64, p.1291-1294.

LASCELLES, B.D.; ROE, S.C.; SMITH, E.; REYNOLDS, L.; MARKHAM, J.; MARCELLIN-LITTLE, D.; BERGH, M.S.; BUDSBERG, S.C. Evaluation of a

- pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.67, n.2, p.227-282, 2006.
- LEVINE, D.; TAYLOR, R.A.; MILLIS, D.L. Physical therapy for specific diagnoses. In: MILLIS, D.L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R.A. *Canine rehabilitation physical therapy*. St. Louis: Saunders, 2004. chap.21, p.355-387.
- MOTTA, T.; HILL, L. Forelimb, hindlimb, and digit amputation. In: POLAK, K.; KOMMEDAL, A.T. *Field manual for small animal medicine*. John Wiley & Sons, 2018. p.237-248.
- SÉGUIN, B.; WEIGEL, J.P. Amputations. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. *Veterinary Surgery: Small Animal*. St. Louis: Elsevier Saunders, 2012. chap.65, p.1029-1036.
- TORRES, B.T. Objective gait analysis. In: DUERR, F. *Canine lameness*. New Jersey: Wiley Blackwell, 2020. p.15-30
- WEIGEL, J.P. Amputations. In: SLATTER, D. *Textbook of small animal surgery*. 3.ed. Philadelphia: Saunders. 2003. chap.152, p. 2180-2190.
- WUSTEFELD-JANSSENS, B.G.; SÉGUIN, B.; EHRHART, N.P.; WORLEY, D.R. Analysis of outcome in dogs that undergo secondary amputation as an end-point for managing complications related to limb salvage surgery for treatment of appendicular osteosarcoma. *Vet. Comp. Oncol.*, v.18, n.1, p.84-91, 2020.

ANEXO 1



ATESTADO

Atesto que o Projeto "Análise de Movimento em Cães Amputados" **Protocolo CEUA 0184/2021**, a ser conduzido por Túlio Genari Filho, responsável/orientador Sheila Canevese Rahal, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	20/09/2021 a 01/10/2022
Nome Comum / Espécie / Linhagem	CANINA / CANIS LUPUS FAMILIARIS Domesticos
Raça	Variadas ou sem raça definida
Nº de animais machos	0
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	60
Peso médio de animais machos	0
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	60
Idade	1 ano(s) e 0 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	De Proprietários/Tutores e bco de dados UNESP

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 15/09/2021

JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Seção Técnica Acadêmica
Rua Prof. Dr. Walter Maurício Cordeiro, s/n
UNESP - Campus de Botucatu/SP - Cep 1615-681
(14) 3880-2176 - paolisa@fmvz.unesp.br - www.fmvz.unesp.br