

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**TÉCNICA DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL (TTA) PARA
TRATAMENTO DE RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL EM CÃES**

Victória Cascaes da Rosa

**PORTO ALEGRE
2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**TÉCNICA DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL (TTA) PARA
TRATAMENTO DE RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL EM CÃES**

Autor: Victória Cascaes da Rosa

**Trabalho apresentado como
requisito parcial para graduação
em Medicina Veterinária**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Meller Alievi**

Coorientador: Bernardo Schmitt

PORTO ALEGRE

2016

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer aos meus pais por estarem sempre ao meu lado, sem medir esforços para minha felicidade. Vocês são os meus exemplos de companheirismo, respeito, honestidade. Muito obrigada por me deixarem livre para dar meus próprios passos, mesmo que me indicando o melhor caminho. Essa vitória é nossa!

Não poderia deixar de mencionar as minhas avós Alba e Nair que, juntamente com meus pais, são o alicerce da minha formação como pessoa. Serão sempre meu maior exemplo de garra e superação.

Ao meu noivo, Ulisses, a quem dedico todo meu amor e respeito. Obrigada por todo incentivo, paciência e companheirismo ao longo desses anos. Muito obrigada por nunca deixar de acreditar em mim e no meu sucesso. Tu me trazes a confiança de que tudo é possível e por isso, contigo sou mais forte. Estendo meus agradecimentos aos seus pais e família que me acolheram como filha e nunca deixaram de torcer por mim.

Ao professor Marcelo Alievi não só pela orientação neste trabalho, mas também por todo empenho dedicado aos alunos durante a trajetória acadêmica. Agradeço também ao doutorando Bernardo Schmitt, por aceitar meu convite de coorientação e se mostrar sempre disposto a me ajudar.

A todos os amigos que me acompanharam ao longo dessa jornada, criando, nesses anos de faculdade, momentos incríveis que serão sempre lembrados com muito carinho. Em especial, Natália Serafini e Tamara Zinn por me mostrarem que uma filha única pode ter maravilhosas irmãs.

RESUMO

A ruptura de ligamento cruzado cranial (RLCCr) é uma das lesões ortopédicas mais frequentes em cães, e a maior causa de instabilidade e doença degenerativa articular da articulação fêmoro-tíbio-patelar. O diagnóstico é realizado através da anamnese juntamente com os achados do exame físico e ortopédico. Diversas técnicas já foram descritas visando o tratamento do RLCCr, porém a falta de estabilidade pós-operatória a longo prazo, juntamente com a progressão da osteoartrite, estimulou a busca por novas técnicas. A técnica descrita neste estudo, denominada de avanço da tuberosidade tibial (TTA), aparenta diminuir a pressão intra-articular do joelho, através da alteração da biomecânica desta articulação, o que resulta na diminuição da progressão da degeneração articular inerente desta lesão ligamentar. Este estudo objetiva abordar, através de revisão bibliográfica, os principais aspectos relacionados ao pré, trans e pós-operatório do uso do avanço da tuberosidade tibial (TTA) como tratamento cirúrgico para RLCCr em cães. Assim como relatar as consequências, as vantagens e desvantagens desta técnica de osteotomia corretiva e os avanços científicos e tecnológicos da área.

Palavras-chave: ruptura de ligamento cruzado cranial, TTA, osteotomias, *plateau* tibial

ABSTRACT

The rupture of the cranial cruciate ligament (RLCCr) is one of the most frequent injuries of hindlimbs lameness in dogs. It is the main cause of instability and degenerative joint disease of the femoral-tibial-patellar joint. The diagnosis is made by medical history along with the findings of physical and orthopedic examination. Numerous techniques have been described in order to treat the RLCCr, but the lack of long term post operative stability, along with the progression of osteoarthritis, stimulated the search for new techniques. The technique described in this study, called tibial tuberosity advancement (TTA) appears to decrease the knee intraarticular pressure, by changing the biomechanics of the knee joint, which results in decreasing the progression of joint degeneration inherent in this ligament injury. This study aims to report, through literature review, the main aspects related to the pre, trans and postoperative use of the tibial tuberosity advancement (TTA) as surgical treatment for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. As well as report the consequences, the advantages and disadvantages of this corrective osteotomy technique and scientific and technological advances in the area.

Keywords: rupture of cranial cruciate ligament, TTA, osteotomy, tibial *plateau*

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	ANATOMIA E BIOMECÂNICA DO JOELHO.....	8
2.1	ANATOMIA DO JOELHO.....	8
2.2	BIOMECÂNICA DO JOELHO.....	10
3	RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL.....	14
3.1	ETIOLOGIA.....	14
3.2	SINAIS CLÍNICOS.....	15
3.3	EXAME ORTOPÉDICO E FERRAMENTAS PARA DIAGNÓSTICO...	16
4.	TRATAMENTO.....	19
4.1	TÉCNICAS EXTRA-CAPSULARES.....	20
4.2	TÉCNICAS INTRA-ARTICULARES.....	21
4.3	OSTEOTOMIA DE NIVELAMENTO DO <i>PLATEAU</i> TIBIAL.....	22
5.	OSTEOTOMIA - AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL (TTA).....	24
5.1	PRÉ-OPERATÓRIO DA TÉCNICA DE TTA.....	27
5.2	TÉCNICA CIRÚRGICA.....	29
5.3	PÓS-OPERATÓRIO DA TÉCNICA DE TTA.....	33
5.4	COMPLICAÇÕES DA TÉCNICA DE TTA.....	35
5.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TÉCNICA DE TTA.....	36
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado cranial (LCCr) é o estabilizador primário da articulação do joelho, e juntamente com o ligamento cruzado caudal (LCCd) limita o movimento de deslocamento cranial da tíbia, a rotação interna da tíbia e a hiperextensão da articulação. Forças excessivas em qualquer um desses movimentos pode resultar na ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) (FUGITA *et al.*, 2006).

A perda funcional desta estrutura gera instabilidade no joelho, que faz com que durante o movimento de flexão e extensão, produzido pela contração dos grupos quadríceps e gastrocnêmio, a tíbia seja projetada cranialmente em relação ao fêmur. Além disso, a tendência de deslocamento caudal dos côndilos femorais resulta na sobrecarga dos meniscos (KIM *et al.*, 2008). Por isso, esta instabilidade resulta em uma das principais causas de dor e disfunção do membro pélvico em cães, além de representar a principal causa de doença articular nestes animais (FOSSUM *et al.*, 2007).

A lesão no LCCr em cães está associada a dois fatores que podem ser considerados juntos ou isoladamente, sendo eles o ângulo de inclinação do *plateau* da tíbia e a presença de enfermidade articular inflamatória crônica (luxação patelar; sinovite plasmocítica); além do mau alinhamento articular e instabilidade causada por desvios angulares e displasia coxofemoral (CLEMENTS *et al.*, 2011).

Atualmente a RLCCr exige, na maioria dos casos, a terapia cirúrgica que objetiva a estabilização, direta ou indireta, da articulação (KIM *et al.*, 2008). Diversas técnicas foram utilizadas ao longo dos anos para a correção da RLCCr, dentre elas se destacam as técnicas intra-articulares que têm por objetivo a reconstrução anatômica do ligamento rompido através do uso de implantes naturais, autólogos ou não, ou sintéticos (HOFFMANN *et al.*, 2006; PIERMATTEI, 2006). Porém, novas técnicas foram desenvolvidas com foco em uma nova concepção de biomecânica do joelho. Assim, considera-se a estabilidade do joelho como um complexo intra e extra-articular, envolvendo a anatomia da articulação, a função muscular e o peso, todos trabalhando juntos. O objetivo dessas técnicas não é a substituição do LCCr, e tampouco a sua restauração, mas sim a neutralização da sua função, descobrindo como as forças agem sobre o *plateau* da tíbia juntamente com o ligamento cruzado caudal (LCCd) (KIM *et al.*, 2008; KUHN *et al.*, 2011).

Com as osteotomias corretivas busca-se estabelecer o equilíbrio dinâmico da deficiência gerada pela RLCCr alterando a geometria do osso (BOUDDRIEAU, 2009). Sendo

assim, uma das principais técnicas descritas para o tratamento da RLCCr é o avanço da tuberosidade tibial (TTA), técnica de osteotomia que estabiliza a articulação do joelho sem mimetizar a função do ligamento. A técnica consiste no avanço da tuberosidade tibial, e por consequência o avanço do ligamento patelar, cranialmente; o que diminuiria o efeito das forças craniais da tíbia (HOFFMANN *et al.*, 2006).

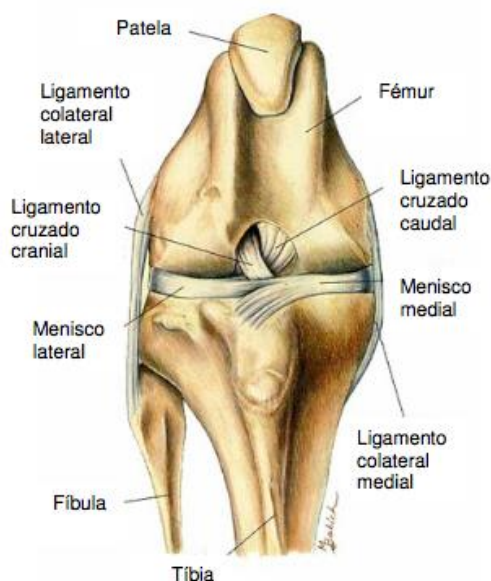
Dentre as complicações descritas da técnica de TTA estão o rompimento dos meniscos, fraturas, granulomas, rejeição de implante, artrite séptica e luxação patelar medial (LAFEVER, 2007).

2 ANATOMIA E BIOMECÂNICA DO JOELHO

2.1 ANATOMIA DO JOELHO

A articulação femuro-tíbio-patelar é dotada de uma enorme complexidade, tanto a nível funcional, como anatômico (VASSEUR, 1998). Embora sua movimentação primária seja do tipo dobradiça, os meniscos permitem que os côndilos femorais deslizem durante o movimento, de forma que o eixo da rotação do fêmur em relação à tíbia varie de acordo com o grau de flexão. Ela é considerada uma articulação composta, do tipo condilar ou charneira imperfeita (BARONE, 2000); e é constituída por uma cavidade e uma cápsula articular, líquido sinovial, cartilagem articular, osso sub-condral e estruturas intra-articulares, (meniscos medial e lateral, o ligamento menisco-femoral, os LCCr e LCCd, o tendão do músculo extensor longo dos dígitos e parte da gordura infra-patelar) (PIERMATTEI *et al.*, 2006).

Figura 1 - Ilustração da articulação do joelho



Fonte: Veterinary Referrals Surgical Practice

O joelho possui duas articulações funcionalmente distintas: a femorotibial e a patelofemoral, responsável pela principal sustentação do peso e responsável por aumentar a eficiência mecânica do quadríceps e facilitar a função dos extensores, respectivamente. (VASSEUS, 1998). A estrutura óssea do fêmur, tíbia e patela contribuem para a estabilidade da

articulação do joelho, juntamente com as restrições estáticas e dinâmicas dos ligamentos, cápsula e musculatura que recobrem esta articulação (GOLDBLATT & RICHMOND, 2003).

A articulação femuro-tibial é a maior articulação do corpo e compreende, como já descrito, dois côndilos articulares. O côndilo medial e lateral do fêmur se articulam com os as eminências intracondilares da tibia correspondentes (BARONE, 2000). Entre a superfície articular do fêmur e da tibia, apresentam-se os meniscos lateral e medial, que são estruturas fibrocartilaginosas ancoradas no *plateau* tibial pelos ligamentos meniscotibiais cranial e caudal (VASSEUR, 1998).

A cápsula articular é uma estrutura constituída por uma lâmina fibrosa com função de estabilizar a articulação; e por uma lâmina sinovial cuja função é cobrir grande parte das estruturas intra-articulares (com exceção da cartilagem articular e dos meniscos) além de produzir o líquido sinovial (PIERMATTEI *et al.*, 2006), que tem como funções a nutrição da cartilagem articular (mediante mecanismos de difusão de nutrientes) e a proteção (devido à presença de enzimas lisossomais). A boa vascularização da membrana sinovial assegura a rápida troca de fluidos (BANKS, 1993).

A lâmina fibrosa da cápsula articular se insere ao redor da extremidade distal do fêmur e engloba cranialmente a patela. Caudalmente passa por cima dos côndilos do fêmur e prolonga-se pela linha intercondiliana, envolvendo os ligamentos cruzados. Em determinadas regiões, a cápsula é reforçada e dá origem aos ligamentos femoro-tibiais colaterais, que a dividem em cápsula femoro-tibial e cápsula peri-patelar (BARONE, 2000).

Os ligamentos são estruturas dinâmicas. A anatomia e arranjo espacial destes estão diretamente relacionados ao seu funcionamento, como elementos de restrição do movimento articular (ARNOCZKY & MARSHALL, 1977). Para a estabilização da articulação fêmuro-tíbio-patelar, contribuem passivamente quatro ligamentos: cruzado cranial, cruzado caudal, colateral medial e colateral lateral (PALMER, 2005). Os ligamentos colaterais são completamente extra-capsulares e são responsáveis principalmente pela limitação dos movimentos de varo e valgo, com efeito mais pronunciado durante a extensão. Durante a flexão ocorre a tensão dos ligamentos cruzados pelas cargas de varo e valgo, crescendo sua importância na restrição desses movimentos (VASSEUR, 1998).

Os ligamentos cruzados são de grande importância para articulação do joelho (CASTRO *et al.*, 2003; COMERFORD, 2007). E são assim designados pelo local de inserção anatômica na tibia. O LCCr constitui uma das estruturas mais importantes na estabilização desta articulação e tem origem na superfície caudomedial do côndilo lateral do fêmur, tem orientação

distal oblíqua em direção cranio-medial e insere-se na área intercondilar cranial da tíbia, junto à base da saliência intercondilar (BARONE, 2000). Ele tem a função de impedir o movimento cranial anormal, fornecer a estabilidade rotacional, impedindo assim a rotação interna excessiva, e evitar a hiperextensão do joelho (CONSTANTINESCU, 2002).

O LCCd origina-se na superfície lateral do côndilo medial do fêmur e termina na margem lateral da incisura poplíteia da tíbia (CONSTANTINESCU, 2002). Esse ligamento impede a translação caudal da tíbia em relação ao fêmur e ajuda a limitar a rotação interna da tíbia através da torção conjunta com o LCCr, além de servir como contenção secundária à hiperextensão (VASSEUR, 1998).

2.2 BIOMECÂNICA DO JOELHO

Para melhor entendimento da importância da RLCCr e da técnica de avanço da tuberosidade tibial, faz-se necessário o pleno entendimento sobre a biomecânica da articulação fêmuro-tíbio-patelar.

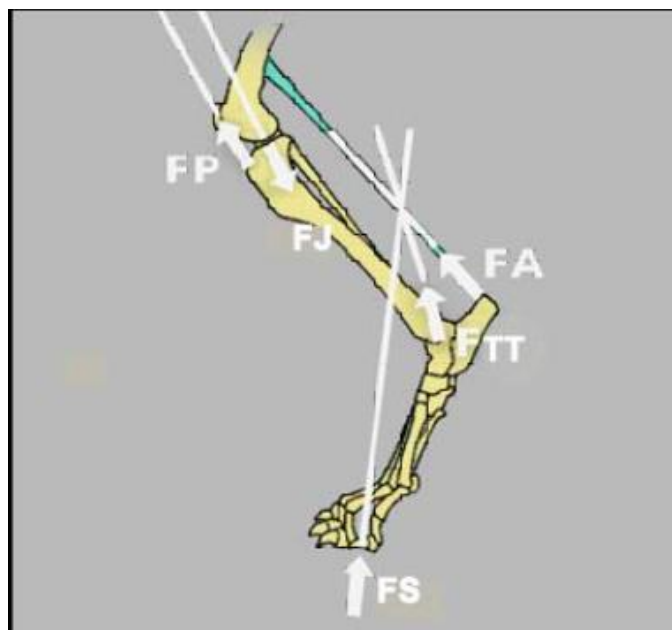
A estabilização do joelho é realizada passivamente por ligamentos, meniscos e cápsula articular, e ativamente por músculos e tendões (SCHULZ, 2007). Os movimentos normais de flexão e extensão ocorrem no plano sagital com uma amplitude de 140°. Ao longo do plano sagital ocorre ainda algum movimento craniocaudal, devendo-se isto, à conformação anatômica excêntrica dos côndilos femorais. Observa-se especificamente durante a flexão um movimento caudal dos côndilos femorais, ao contrário de um movimento cranial na extensão do membro pélvico (VASSEUR, 1998).

Durante a flexão do joelho, o ligamento colateral relaxa, permitindo que côndilo lateral do fêmur se desloque caudalmente, resultando na rotação interna da tíbia. Já durante a extensão, o ligamento colateral lateral fica tenso, e acaba provocando o movimento cranial do côndilo lateral do fêmur, resultando na rotação externa da tíbia. A contração dos ligamentos não é a única responsável pelo controle do movimento articular, este também é regulado por todo um complexo sistema de arcos reflexos que engloba a maioria dos grupos musculares em torno da articulação do joelho (VASSEUR, 2003). Durante a sobrecarga do membro pela sustentação do peso cria-se uma força através do membro, em direção ao metatarso e tarso, levando a reação do tendão calcâneo com uma segunda força, para manter a estabilidade do tarso nesse ângulo de sustentação de peso. A combinação nas forças do joelho resulta em uma força vetor, num plano quase paralelo ao ligamento patelar, no ângulo de sustentação de peso em estação do

joelho. Esta é a força da articulação total ao longo da articulação do joelho, durante a sustentação normal do peso (JOHNSON & SCHULZ, 2014).

A Figura 2 mostra o membro pélvico de um cão saudável e as forças nas quais a articulação do joelho é submetida. Pode-se observar que o membro é submetido a uma força de carga do solo, representada como FS e que o tendão calcâneo aplica uma força FA na articulação. A soma vetorial de FS e FA leva a uma força resultante FTT, aplicada na articulação. Para que ocorra a estabilização da articulação femuro-tíbio-patelar, o ligamento patelar age através da força FP. A articulação do joelho utiliza FJ, paralela ao ligamento patelar, com o intuito de neutralizar o conjunto total das forças (MAYO, 2008).

Figura 2 - Forças atuantes na articulação fêmuro-tíbio-patelar



Fonte: MAYO, 2008

Um outro aspecto muito importante da biomecânica desta articulação é o apoio de peso corporal que ela está sujeita constantemente. Quando os membros pélvicos suportam o peso do animal em estação, a resistência à força de reação é conseguida pela contração dos músculos extensores quadríceps e gastrocnêmico, respectivamente. O resultado dessa compensação é um mecanismo designado antigravidade (PALMER, 2005).

Quando os cães suportam o seu peso, as forças exercidas nos membros pélvicos fazem com que a tíbia tenda a deslizar cranialmente. O LCCr mantém a tíbia com o fêmur, prevenindo esse movimento cranial. Os movimentos normais dos cães (caminhadas, trotes, saltos, por

exemplo) resultam em esforços repetitivos no LCCr, que juntamente com a biomecânica normal do joelho predispõe à degeneração, que pode levar ao rompimento deste ligamento em eventos minimamente traumáticos (MAYO, 2008).

O LCCr, como já foi citado, contribui para a contenção passiva da articulação através de funções biomecânicas. Ele age contribuindo com a limitação da translação cranial da tíbia em relação ao fêmur (movimento de gaveta cranial), com a excessiva rotação interna da tíbia em relação ao fêmur e com a hiperextensão do joelho. Outras estruturas que promovem a contenção passiva da articulação do joelho nos cães são: LCCd, ligamentos colaterais e meniscos (ARNOCKZY & MARSHALL, 1977).

A força resultante no deslocamento cranial da tíbia é maior com a articulação totalmente estendida, e conforme o joelho é flexionado os LCCr e LCCd torcem um sobre o outro de forma a limitar a rotação interna da tíbia (SCHULZ, 2007), e esta força direcionada em sentido cranial diminui até se aproximar de zero no ponto de flexão onde o ligamento patelar está posicionado perpendicularmente ao *plateau* tibial (MILLER *et al.*, 2007).

Tendo em conta que o tendão de Aquiles tem um comprimento fixo, todas as forças exercidas sobre a pata são transmitidas através da tíbia (SLOCUM & SLOCUM, 1993). Anatomicamente o *plateau* tibial do cão não é perpendicular ao eixo longo da tíbia e o seu ângulo varia de 16 a 22°, sendo que quanto maior o ângulo, maior a chance de ruptura do ligamento (VEZZONI, 2004). Deste modo, a força exercida entre os côndilos do fêmur e o *plateau* tibial durante o apoio do membro pode ser dividida em 2 componentes: um de compressão em direção ao eixo da tíbia e um cranial de deslizamento, que corresponde ao movimento cranial da tíbia (VASSEUR, 2003; VEZZONI, 2004), resultante da força de contração muscular e do estresse aplicado ao *plateau* tibial durante o apoio do membro (COMERFORD, 2007; TOMLINSON, 2005; VASSEUR, 2003). O grau de deslocamento é dado pelas forças de reação externa, pelas massas musculares internas e pela inclinação deste *plateau* (SCHULZ, 2007; SLOCUM & SLOCUM, 1993; VASSEUR, 2003; VEZZONI, 2004).

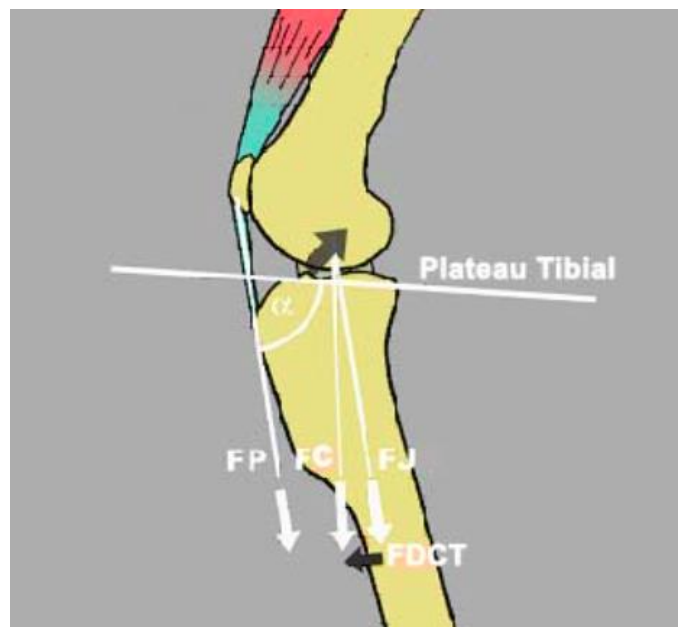
Quando este equilíbrio é alterado e o LCCr sofre estresse, a força resultante do movimento cranial da tíbia excede a sua resistência, levando a ruptura deste ligamento (SLOCUM & SLOCUM, 1993; VEZZONI, 2004), o que resulta na subluxação espontânea da tíbia e em alguns casos em lesão da cartilagem e da porção caudal do menisco medial (VEZZONI, 2004).

Os mecanismos de lesão podem estar relacionados com as funções normais da articulação. O LCCr é comumente lesado quando o joelho é rotacionado rapidamente com a

articulação em 20° a 30° de flexão, ou quando a articulação é hiperestendida de maneira forçada (ARNOCZKY & MARSHALL, 1997). A primeira possivelmente ocorre quando o animal repentinamente vira-se em direção ao membro com a extremidade distal apoiada firmemente ao chão, resultando na extrema rotação interna da tíbia com tensão no LCCr. A hiperextensão provavelmente ocorre com mais frequência ao pisar em buraco ou depressão durante a marcha rápida (PIERMATTEI *et al.*, 2006).

A força de compressão (FC) representada é o resultado do apoio de peso e as forças musculares de propulsão (FP), e é contrabalaneada com o LCCr, não induzindo um deslocamento cranial da tíbia (SLOCUM & SLOCUM, 1993). Em cães com RLCCr a inclinação do *plateau* tibial não se encontra anatomicamente perpendicular ao ligamento patelar, como mostrado na Figura 3, e o por isso o vetor das forças FP e FJ não se sobrepõem (MAYO, 2008). Todas estas forças combinam-se através da articulação do joelho, comprimindo o fêmur contra o *plateau* tibial proximal, de inclinação caudodistal, originando a força de deslocamento cranial tibial (FDCT) (PALMER, 2005).

Figura 3- Forças atuantes na articulação femuro-tibio-patelar de um cão com deficiência no LCCr



3 RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL

3.1 ETIOLOGIA

Como já descrito, a deficiência do LCCr, ainda de etiopatogenia não bem definida (MUIR, 2010) é a condição que mais afeta o joelho canino e a maior causa de doença articular degenerativa deste, já que inevitavelmente resulta no desenvolvimento de osteoartrite (DENNY, 2000).

A RLCCr ocorre quando a resistência de quebra (aproximadamente 4 vezes o peso corporal do cão) desse ligamento é excedida. A lesão ligamentar pode ser uma ruptura completa com instabilidade nítida ou uma ruptura parcial com instabilidade em menor grau. Em ambos os casos, os animais não tratados exibem alterações articulares degenerativas dentro de poucas semanas podendo resultar em alterações graves dentro de poucos meses. A gravidade da degeneração parece ser diretamente proporcional ao tamanho corporal, com animais acima de 15 kg mostrando as maiores alterações (BUQUERA *et al.*, 2004).

As lesões do LCCr têm sido classificadas como traumáticas (agudas) ou degenerativas (crônicas). Na grande parte dos cães a doença é espontânea, sem evento traumático associado, de curso crônico, havendo estiramento inicial, ruptura parcial e então total do ligamento (BENNET, 1988). Cães com deficiência no LCCr podem ser divididos em 4 grupos clínicos, dependendo da causa:

1: *RLCCr resultante de trauma*: Há início súbito de claudicação ao exercício, ou é relatado após o animal prender a pata em buraco ou outro obstáculo, resultando em hiperextensão do joelho ou rotação interna excessiva (DENNY, 2000).

2: *Degeneração do LCCr em cães mais velhos*: o que acarreta em ruptura; ocorre normalmente em cães entre 5 e 7 anos. A claudicação é quase sempre insidiosa no início e subitamente torna-se pior, quando uma ruptura parcial precede a ruptura completa do ligamento. Isso, ocorre após um pequeno trauma, durante exercício normal. No momento da radiografia ou artrotomia, alterações osteoartriticas muitas vezes já estão bem estabelecidas. Raças Labrador (acima do peso) e Golden Retriever são particularmente propensas a esta forma de doença do LCCr (DENNY, 2000).

3: *RLCCr em cães jovens grandes*: Em cães de raças grandes, especialmente Rottweiler, Bull Mastiff, English Mastiff, Labrador Retriever, Golden Retriever, São Bernardo, Newfoundland e Boxer, a deficiência é caracterizada por ruptura parcial do LCCr e alterações

osteoartríticas crônicas na articulação. Ocorre comumente em cães jovens (6 meses a 3 anos de idade). Essa degeneração precoce do ligamento pode estar relacionada com alterações na conformação do joelho ou do membro pélvico (DENNY, 2000).

4: *RLCCr associada com artropatias inflamatórias*: artropatias inflamatórias imunomediadas ou infecciosas podem causar alterações patológicas no LCCr resultando em ruptura (DENNY, 2000).

Outros fatores que podem predispor esta degeneração são: a excessiva inclinação caudal do *plateau* da tíbia, pelo aumento do impulso tibial cranial, causando aumento do estresse do LCCr, e a estenose da incisura intercondilar do fêmur que pode causar lesão do côndilo medial sobre o LCCr (DENNY, 2000).

É comum que 30 a 40% dos cães com RLCCr sofram uma RLCCr do membro oposto em até dois anos. Raças de cães jovens de membros retos (Mastiffs, Chow Chow, Labradores Retrievers) parecem apresentar maior prevalência nessa lesão. Problemas bilaterais são até mais comuns nesses cães jovens. Membros retos, ângulos do *plateau* tibial e estreitamento da incisura intercondilar podem ser fatores contribuintes (Brinker *et al.*, 1999).

3.2 SINAIS CLÍNICOS

O aparecimento súbito de claudicação é um dos sinais mais comuns da RLCCr. O animal mantém o membro afetado elevado, com o joelho levemente flexionado. A maior parte dos animais voltará a usar o membro dentro de duas a três semanas, porém mantendo apenas os dedos no chão quando descansa em estação (DENNY, 2000).

O animal aparentemente melhorará por alguns meses, até que o declínio gradual ou súbito no uso do membro seja notado, frequentemente como resultado da lesão secundária no menisco. Nesse momento, as alterações degenerativas de osteoartrose já estão presentes e o declínio funcional é contínuo (BRINKER *et al.*, 1999).

Sinais de dificuldade ao se levantar, desvio sutil do peso em estação e posições adotadas dos membros durante o repouso podem indicar qual o membro afetado (VASSEUR, 1998). É possível identificar estalos durante a marcha do animal, em virtude do deslizamento dos côndilos femorais saindo e voltando para sua posição normal, sobre os meniscos, o que pode ser indicativo de lesão destes (DENNY, 2000).

A atrofia do músculo quadríceps e o derrame no joelho são considerados outros sinais clínicos importantes, e podem ser identificados através da comparação com o membro

contralateral e detectado pela palpação do ligamento patelar, que não só perde sua definição, mas também apresenta uma tumefação flutuante e/ou um engrossamento dos tecidos em ambos os lados do ligamento, respectivamente (DENNY, 2000).

A constatação de início agudo de claudicação, geralmente com histórico definido de lesão, é a chave do diagnóstico das rupturas traumáticas. Os cães com doença crônica apresentam histórico de claudicação intermitente e exacerbada por atividade física (VASSEUR, 1998).

3.3 EXAME ORTOPÉDICO E FERRAMENTAS PARA DIAGNÓSTICO

No exame físico deve-se fazer a observação do cão em repouso, durante a marcha e ao trote. Nos cães com RLCCr há comumente um deslocamento cranial da tíbia. Esta é compensada mediante a flexão do membro por todo ciclo ambulatório e redução da carga externa sobre o membro afetado (VASSEUR, 1998).

Deve ser realizado exame de palpação para análise de possível instabilidade do LCCr; esta pode produzir dor e deve ser realizada de maneira delicada e com o paciente relaxado. A sedação pode ser necessária caso nenhuma alteração seja identificada com o animal tenso (BRINKER *et al.*, 1999). Durante a palpação do membro, deve-se conferir além da presença de dor, a atrofia muscular e o formato e dimensão da face medial da articulação do joelho. A presença de efusão pode ser avaliada pela palpação do espaço articular em cada lado do tendão patelar (DUELAND & PALMISANO, 2008).

O diagnóstico clínico da ruptura completa de LCCr é realizado através da detecção da frouxidão craniocaudal da articulação. Esta pode ser observada quando se aplica uma pressão cranial na parte proximal da tíbia, realizando assim o movimento de gaveta, que é considerado um teste clínico estático, visto que o desencadeamento deste movimento depende do deslocamento da tíbia na direção da força aplicada. Já um teste dinâmico, objetiva mimetizar as forças e as instabilidades dinâmicas que ocorrem normalmente durante o suporte do peso do animal (ARNOCZKY & MARSHAL, 1977).

O teste de compressão tibial ou movimento de gaveta indireto, descrito por Henderson & Milton (1978), tenta reproduzir a força do peso do animal sobre o membro posterior através da flexão do jarrete (VEZZONI, 2004). Com o joelho em um ângulo de repouso, a tensão gerada no músculo gastrocnêmio cria uma forte tração caudodistal do fêmur e consquentemente uma força de cisalhamento na região cranioproximal da tíbia. Esta força é normalmente

contrabalaneada pelo LCCr, logo a translação cranioproximal da tíbia resulta na ruptura deste ligamento. A força de cisalhamento tibiofemoral que ocorre durante a descarga de peso foi denominado "impulso tibial cranial" (SLOCUM & SLOCUM, 1993).

Para realização do teste de compressão tibial, deve-se comprimir o fêmur juntamente com a tíbia, e quando há insuficiência do LCCr, a tíbia desliza cranialmente em relação ao fêmur. O dedo indicador da mão oposta é posicionado cranialmente em relação ao fêmur, ligamento patelar e tubérculo tibial e detecta o tubérculo deslizando o dedo para frente. Esse movimento deve ser repetido várias vezes de maneira rápida, porém delicada. A interpretação dessa manobra é mais subjetiva do que o movimento de gaveta direto, mas possui a vantagem de produzir dor mínima em animais com RLCCr (BRINKER *et al.*, 1999).

Já o movimento de gaveta representa o deslizamento cranial da tíbia em relação ao fêmur. Pode ser realizado com o animal em estação ou em decúbito lateral. A sensibilidade do teste aumenta consideravelmente quando realizado sob anestesia, reduzindo o risco de resultados falso-negativos. Normalmente não há movimento de gaveta cranial ou caudal em animal adulto com articulação estável, porém algum movimento rotacional da tíbia é normal e pode ser confundido com o movimento de gaveta (BRINKER *et al.*, 1999). De acordo com MOORE & READ (1996), para que o teste seja considerado positivo, o deslocamento crânio-caudal da tíbia em relação ao fêmur deve ser superior a 2mm; podendo chegar a um deslizamento de 5 a 10mm no caso de LCCr com laceração completa recente em um animal de médio porte relaxado.

O teste deve ser realizado através do posicionamento dos dedos o mais próximo possível do osso, e não dos tecidos moles. O dedo indicador de uma mão é posicionado sobre a região patelar cranial proximal, enquanto o polegar é posicionado caudalmente sobre a fabela lateral. O dedo indicador da mão oposta é posicionado na face cranial da crista tibial, ao passo que o polegar é posicionado caudalmente na cabeça fibular. Com os punhos em posição reta e não curvada, o fêmur é mantido estável enquanto a tíbia é empurrada para a frente (e não rotacionada), e então tracionada para trás. O movimento deve ser repetido diversas vezes de modo rápido e delicado (BRINKER *et al.*, 1999).

No caso de RLCCr, o ponto extremo cranial é liso, sem interrupção repentina, visto que os frenadores secundários do joelho tornam-se tensos. Quando a tíbia é tracionada caudalmente, um baque súbito é palpado à medida que o LCCd normal se torna tenso. Inversamente, com a rara RLLCd, quando uma força cranial é aplicada, há um súbito baque que não está presente quando se aplica uma força caudal (PIERMATTEI *et al.*, 2006).

Em animais jovens, frequentemente, é observado breve movimento de gaveta cranial com interrupção abrupta, o que é normal. Portanto, nestes cães, a comparação com o membro contralateral define a normalidade do movimento (VASSEUR, 1998).

Há alguns fatores que podem interferir diminuindo o movimento de gaveta completo, levando a resultados falso-negativos, sendo eles a cronicidade, a tensão do animal, a laceração parcial do ligamento e a presença de lesão no menisco. A demonstração do deslocamento cranial da tibia em relação ao fêmur por meio da realização do exame radiográfico, concomitante ao teste de compressão tibial, pode ser realizada como opção para a confirmação da RLCCr (PALMER, 2005).

4. TRATAMENTO

Uma vez que a instabilidade da articulação fêmuro-tíbio-patelar é instalada como resultado da RLCCr, alterações degenerativas de caráter progressivo (osteófitos periarticulares, erosões articulares e lesão de menisco) são desencadeadas dentro de poucas semanas. Existem controvérsias entretanto quanto ao melhor tratamento para a RLCCr (PIERMATTEI *et al.*, 2006). Terapias conservadoras e cirúrgicas já foram descritas; a escolha delas depende de fatores como idade, peso corporal, porte corpóreo, presença de obesidade, função do animal, problemas ortopédicos ou clínicos concomitantes, considerações econômicas e cooperação do proprietário (VASSEUR, 1998).

A terapia conservadora consiste em restrição da atividade física (breves caminhadas controladas com guia), assim como o controle alimentar para redução de peso corporal, analgesia e uso de antiinflamatórios não-esteroidais (AINES), fisioterapia e eventualmente aplicação de bandagem em cães até 10kg de peso corporal (PIERMATTEI *et al.*, 2006). É indicado o confinamento por quatro a oito semanas (BRINKER, 1999), que mostra resultado satisfatório na maior parte dos cães de pequeno porte (PIERMATTEI *et al.*, 2006). VASSEUR (1998) afirma que se faz necessário a espera de pelo menos seis a oito semanas antes da intervenção cirúrgica em cães de raça pequena, já que cerca de 85% deles recuperam satisfatoriamente a função do membro pélvico durante este período.

Não há técnica cirúrgica que estacione consistentemente o desenvolvimento ou a progressão da doença articular degenerativa. Espera-se que ela se desenvolva menos com a estabilização cirúrgica quando comparada a outras alternativas. A maior parte dos autores cita sucesso clínico em 85-90% dos casos após a cirurgia, mesmo após os cães terem apresentado claudicação por meses (PIERMATTEI *et al.*, 2006).

Se a claudicação persistir, a estabilização cirúrgica se faz necessária. Em raças grandes de cães, a estabilização cirúrgica precoce do joelho é recomendada para tentar minimizar o desenvolvimento de osteoartrite (PIERMATTEI *et al.*, 2006). De acordo com Kim *et al.* (2008), a estabilização cirúrgica deve ser recomendada a todos os pacientes, principalmente aos cães com peso corporal superior a 10 e 15kg.

Durante a realização da cirurgia a maior parte das articulações do joelho deve ser aberta, explorada e limpa, independentemente da técnica de estabilização. A membrana sinovial deve ser inspecionada, os osteófitos removidos e os meniscos cuidadosamente inspecionados (BRINKER, 1999). Além disso, os objetivos são reduzir ou eliminar o sinal de gaveta, retardar

a progressão da doença articular degenerativa, estabilizando a articulação e avaliar visualmente a extensão da lesão articular (DUELAND & PALMISANO, 2008).

Em cães com ruptura bilateral de LCCr o joelho mais instável ou o que tiver causando a claudicação mais acentuada deve ser operado primariamente. A cirurgia deve ser realizada no outro joelho após 6 a 12 semanas, caso a articulação já não esteja estabilizada satisfatoriamente pela fibrose periarticular (PIERMATTEI *et al.*, 2006). Existem mais de 100 técnicas que foram descritas para o tratamento de RLCCr desde o trabalho original de Paatsma em 1952, porém nenhuma até agora foi considerada plenamente satisfatória. Estas podem ser divididas em três grupos principais: método extracapsular, método intracapsular e osteotomias proximais à tibia (PIERMATTEI, *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2008). Outra opção cirúrgica é o uso de próteses para substituição total do joelho de cães com doença articular degenerativa, cujos resultados de sua aplicação têm demonstrado viabilidade para cães com peso corporal entre 12 e 60 kg (LISKA & DOYLE, 2009).

4.1 TÉCNICAS EXTRA-CAPSULARES

Os métodos extra-capsulares envolvem grande variedade de técnicas de estabilização. Em geral requerem menos instrumentos especializados, são geralmente mais simples e rápidos de serem executados, além de apresentarem melhor custo-benefício, segundo JERRAM & WALKER (2003). A maioria deles envolve o uso de suturas de grosso calibre para diminuir a instabilidade articular, embora alguns confiem na transposição de tecidos moles ou ósseos. A fibrose periarticular formada após oito a dez semanas é o que gera a estabilização da articulação, já que suturas tendem a se romper a longo prazo (BRINKER, 1999; VASSEUR, 1998).

1. Técnica de Imbricação: A técnica de imbricação é a base das técnicas usadas atualmente. Ela consiste em estabilizar o movimento de gaveta, através da colocação de duas linhas de sutura do tipo Lembert nas porções medial e lateral da cápsula articular (BRINKER *et al.*, 1999).
2. Técnica Retinacular: Técnica que envolve a colocação de uma ou duas linhas de sutura com material não absorvível ao redor da fabela lateral e ancorando-as à porção distal do ligamento patelar (BRINKER *et al.*, 1999).
3. Técnica de Imbricação Retinacular Modificada (TMIR): Esta baseia-se em outras previamente descritas, tendo como alteração a aplicação de suturas de colchoeiro passadas ao redor das fabelas lateral e medial e ancoradas a orifício perfurado na

tuberosidade tibial. Ainda é realizada outra sutura da fabela lateral até o retináculo, atuando como sutura de imbricação. Este é o método extracapsular mais utilizado na rotina (DUELAND & PALMISANO, 2008). É utilizado náilon monofilamentar com diâmetro escolhido a partir do tamanho do animal (BRINKER *et al.*, 1999).

4. Técnica Três em Um: Uma pequena modificação da TMIR é a técnica “Três em um”, na qual se diferencia por adicionar o avanço do músculo sartório caudal medialmente do bíceps femoral lateralmente, podendo ser eliminada a sutura fabelar lateral em cães com menos de 15 kg (BRINKER *et al.*, 1999).
5. Transposição da Cabeça do Fíbula: Este método emprega o ligamento colateral lateral para resistir à translação cranial e à rotação interna da tíbia, através da liberação da cabeça da fíbula e do ligamento colateral lateral, permitindo sua movimentação cranial e fixação na tíbia, evitando assim o movimento de gaveta (VASSEUR, 1998; BRINKER, 1999).

4.2 TÉCNICAS INTRA-ARTICULARES

Estas técnicas visam substituir anatomicamente o LCCr, passando tecidos autógeno, homogêneo ou material sintético através de orifícios feitos previamente no fêmur e/ou na tíbia (JOHNSON & SCHULTZ, 2014). Os enxertos autógenos são coletados diretamente do paciente, tendo então ausência de resposta imune; porém sua resistência é inferior quando comparado ao ligamento natural. Os enxertos homólogos podem ser coletados em grandes quantidades, no entanto, geram resposta imune. Já os materiais sintéticos possuem a conveniência do fácil armazenamento e a ausência de morbidade associada à coleta do enxerto e a capacidade de planejar a prótese sob medida (BRINKER *et al.*, 1999). As técnicas intra-articulares são:

- Técnica Paatsama: Consiste na coleta de fáscia lata, deixando-a presa na extremidade distal. São feitos orifícios no fêmur e tíbia na origem anatômica e inserção do LCCr rompido. O enxerto é então tracionado e ancorado com suturas no ligamento patelar. Deve-se tomar cuidado para não lesionar o LCCd (PAASTMA, 1952).
- Técnica “acima e abaixo”: Utiliza a fáscia lata, porém a fáscia vai em toda tíbia. O enxerto é passado por um túnel feito abaixo do ligamento intermeniscal em direção ao interior da articulação, é então tracionado e preso ao côndilo femoral lateral com arruelas dotada de pontas e parafuso (BRINKER, 1999).

- Técnica sobre-o-topo: envolve a retirada do terço médio do ligamento patelar, parte da patela e tendão do quadríceps. O enxerto é trazido através da articulação e suturado acima do topo do côndilo lateral (BRINKER, 1999).

4.3 OSTEOTOMIA DE NIVELAMENTO DO *PLATEAU* TIBIAL

O movimento normal do joelho depende da perfeita articulação entre fêmur, tíbia e patela. As osteotomias corretivas objetivam alterar a biomecânica na tentativa de obter melhor distribuição das forças e gerar estabilidade dinâmica da articulação. A quantificação da inclinação do *plateau* tibial é definida pelo ângulo formado entre a inclinação do côndilo tibial medial e a linha perpendicular ao eixo da tíbia (SLOCUM & SLOCUM, 1993). A osteotomia em cunha para nivelamento da *plateau* tibial, o nivelamento do *plateau* tibial e o avanço da tuberosidade tibial contemplam esse tipo de técnica cirúrgica.

- Osteotomia em Cunha para Nivelamento da Meseta Tibial (TCWO): A técnica *Tibial Closing Wedge Osteotomy* foi a primeira osteotomia para tratamento de RLCCr desenvolvida em 1984 por Slocum e Devine. O objetivo desta é alterar o ângulo do *plateau* tibial, eliminando assim o avanço da tuberosidade tibial. A técnica consiste na retirada de uma cunha da tíbia com o intuito de modificar a angulação do *plateau* tibial para 5°. É uma técnica relativamente simples de ser realizada e necessita de pouco material específico (APELT *et al.*, 2005; KIM *et al.*, 2008). Essa técnica tem duas principais limitações, primeiro a imprecisão do ângulo final do *plateau* tibial, pois depende da localização exata da osteotomia em relação ao planejamento inicial e pequenas variações resultam em um *plateau* com ângulo ainda acentuado e resultados insatisfatórios. Como segunda limitação, verifica-se que o eixo mecânico da tíbia se altera muito nesse procedimento e, além da estética, esta alteração predispõe a fratura no pós-operatório em animais grandes e pesados (KUHN *et al.*, 2011).
- Nivelamento da Meseta Tibial (TPLO): Técnica desenvolvida por Slocum e Devine em 1993. O objetivo da técnica se mantém parecido com a técnica citada anteriormente, ou seja, diminuir o ângulo do *plateau* tibial para 5-6°. A técnica consiste em uma osteotomia radial logo abaixo do *plateau* tibial. A TPLO transforma o deslocamento tibial cranial em caudal, e assim a maior tensão é transferida para o LCCr. Após a osteotomia o fragmento proximal é rotacionado até que a angulação necessária é constatada e então fixada com o fio de *Kirshner* temporariamente até a implantação de

placa óssea compressiva específica (ALVAREZ, 2011). É uma técnica que dispõe de precisão geométrica na rotação do *plateau* e garante a manutenção da anatomia da tuberosidade da tíbia e articulação femoro-patelar.

5. OSTEOTOMIA - AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL (TTA)

A técnica do avanço da tuberosidade tibial foi descrita em 2002 por Montavon, Damur e Tepic. E esta se baseia na alteração na dinâmica da articulação do joelho por meio de uma osteotomia longitudinal da tuberosidade da tíbia. A base desta técnica tem por detrás uma análise de modelo biomecânico humano (APELT *et al.*, 2007). Ela visualiza o joelho de uma maneira diferente, considera a estabilidade do joelho como um complexo de fatores intra e extra articulares, envolvendo anatomia da articulação, função muscular e peso, todos trabalhando juntos (KIM *et al.*, 2008; KÜHN *et al.*, 2011). O princípio da TTA baseia-se em não alterar a relação da articulação tíbio-femoral, através da substituição do LCCr ou restauração da sua função, mas neutralizar esta descobrindo como as forças agem sobre o *plateau* tibial juntamente com o LCCd (HOFFMANN *et al.*, 2006). A TTA, teoricamente, limita o deslocamento cranial tibial através do aumento da alavanca do músculo do quadríceps (GRANT *et al.*, 2007).

Foi desenvolvida como uma alternativa em relação à TPLO que realiza essencialmente a mesma reorganização dos vetores das forças ao rodar o *plateau* tibial para um ângulo de 5°, com o objetivo de neutralizar a força de deslocamento cranial da tíbia. Contudo, a TPLO implica em um aumento da tensão do ligamento patelar, enquanto que a TTA atenua a tensão desse ligamento, desde que a crista tibial avance alguns milímetros em direção cranio-proximal (MARTIN, 2006). Contudo, é importante salientar o aumento da carga suportada pelo LCCd, embora de uma menor amplitude do que a TPLO (DAMUR *et al.*, 2006).

O mecanismo biomecânico no qual se baseia técnica de TTA, considera que a força compressiva tibiofemoral é a mesma do que a força do ligamento patelar, o que resulta numa força de deslocamento tibiofemoral tanto de orientação cranial como caudal, de acordo com a flexão ou extensão da articulação do joelho. A proposta da TTA implica no avanço da tuberosidade tibial, e com isso da direção da força do ligamento patelar, alterando assim o ângulo do *plateau* da tíbia, com o objetivo de manter uma direção tanto neutra como caudal da força de deslocamento tibiofemoral durante a ação de apoio de peso corporal (APELT *et al.*, 2007). Após a realização do avanço da tuberosidade tibial, o tendão patelar alcança um ângulo de aproximadamente 90° em relação ao *plateau* da tíbia. O que acarreta em uma neutralização das forças resultantes que levam ao deslocamento cranial da tíbia (MONTAVON *et al.*, 2002; GRÁCIO, 2012).

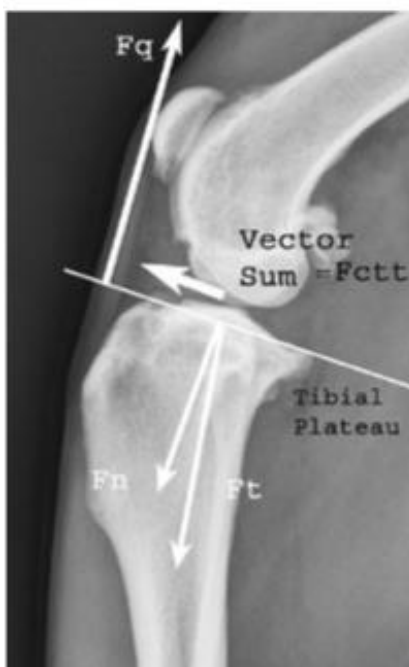
É considerada menos invasiva que as outras osteotomias, com tempo cirúrgico reduzido associado a pouca morbidade no pós-cirúrgico e a possibilidade de tratar luxação de patela

concomitante (HOFFMANN *et al.*, 2006). É a técnica mais simples de ser executada quando comparada com outras técnicas, porém apresenta restrições quanto à angulação do *plateau* tibial sendo indicada quando o mesmo apresenta no máximo 25° (BOUDRIEAU, 2009).

O avanço do ponto de inserção do ligamento patelar na tíbia, aumenta a alavanca do músculo quadríceps, conduzindo a uma redução generalizada de todas as forças. Em teoria, a totalidade das forças da articulação, ou seja, a combinação das forças de reação do solo e todos os músculos que atuam para a sua neutralização, atuam num plano paralelo ao ligamento patelar. As forças que agem no eixo neutro, que impedem a movimentação da tíbia no plano cranial para o caudal, são perpendiculares à inclinação do *plateau* tibial (GRANT *et al.*, 2007).

As forças atuantes ao redor do joelho podem ser divididas no vetor proximal e no vetor craniocaudal. Como visto na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o componente proximo-distal da força do músculo do quadríceps neutraliza o componente da força total conjunta; entretanto, há um componente cranial residual que não é neutralizado (MILLER *et al.*, 2007).

Figura 4 - Imagem radiográfica de um joelho canino, em posição mediolateral, demonstrando as forças atuando em um joelho com o ligamento cranial deficiente



Sendo, Ft = força total atuante no joelho; Fq = força do quadríceps reagindo a Ft; TPA = linha do ângulo do plateau tibial; Fn = força no plano neutro; Soma dos vetores = a

soma de todas as forças revelando uma força que cria um deslocamento cranial da tíbia (F_{ctt}), porque F_q não balanceia F_t no vetor craniocaudal. Fonte: MILLER *et al.* (2007).

É possível observar em imagens radiográficas de joelhos caninos, sob uma flexão de joelho de 90° , um ponto de transição. Neste ponto, o ligamento patelar se encontra perpendicular ao *plateau* tibial. Se o ligamento patelar puder ser deslocado para uma posição em que fique perpendicular ao *plateau*, enquanto o joelho ficará sob um ângulo de 135° de extensão (ângulo anatômico do animal em estação) então qualquer força direcionada em sentido cranial seria neutralizada. A distância de avanço é definida com o objetivo de posicionar o ligamento patelar perpendicularmente ao *plateau* tibial. Com a tuberosidade tibial e o ligamento patelar em sua nova posição, a soma das forças atuantes no joelho é diretamente contrária à força exercida pelo quadríceps, eliminando assim o deslocamento tibial cranial (MILLER *et al.*, 2007). Outra interpretação é que com o joelho em extensão de 135° , o avanço da tuberosidade irá modificar o posicionamento das forças totais atuantes no joelho para uma região mais neutra através da mudança da geometria do joelho, minimizando, assim, o deslocamento cranial da tibial, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (MILLER *et al.*, 2007).

Figura 5 - Imagem radiográfica de uma articulação femuro-tíbio-patelar mostrando os vetores de força seguindo o avanço da tuberosidade tibial



Fonte: MULLER *et al.* (2009)

A Figura 5 demonstra uma imagem radiográfica, em projeção mediolateral, de uma TTA demonstrando as forças atuantes no joelho após a cirurgia. É possível notar que F_t e F_q agem no mesmo plano eliminando o vetor de força de deslocamento cranial.

F_t = força total atuante no joelho

F_q = força do quadriceps reagindo a F_t .

TPA = linha do ângulo do plateau tibial.

F_n = plano neutro de força.

5.1 PRÉ-OPERATÓRIO DA TÉCNICA DE TTA

O procedimento cirúrgico da TTA baseia-se na avaliação radiográfica da conformação do *plateau* da tíbia em relação ao ligamento patelar com a articulação femuro-tíbio-patelar em extensão de 135° (APELT *et al.*, 2007). Este ponto de referência é baseado na articulação do joelho durante o apoio de peso corporal (MONTAVON *et al.*, 2002).

Para determinar a extensão do avanço da tuberosidade tibial necessário para que o ligamento patelar seja posicionado perpendicularmente ao *plateau* tibial, são necessárias imagens radiográficas em posição médio-lateral. A articulação deve ser posicionada de maneira que não haja nenhuma translocação cranial da tíbia. Como demonstrado na Figura 6, o ligamento patelar é representado pela borda cranial, e a orientação do *plateau* tibial pela linha passando através de ambas as origens dos LCCr e LCCd na tíbia (DAMUR *et al.*, 2005). A radiografia deve ser feita com o paciente sob anestesia geral, em decúbito lateral. Deve incluir os côndilos femorais distais, a tíbia inteira e a articulação do tarso (KÜHN *et al.*, 2011).

Figura 6 - Projeção radiográfica lateral pré-operatória com joelho em 135° de extensão.

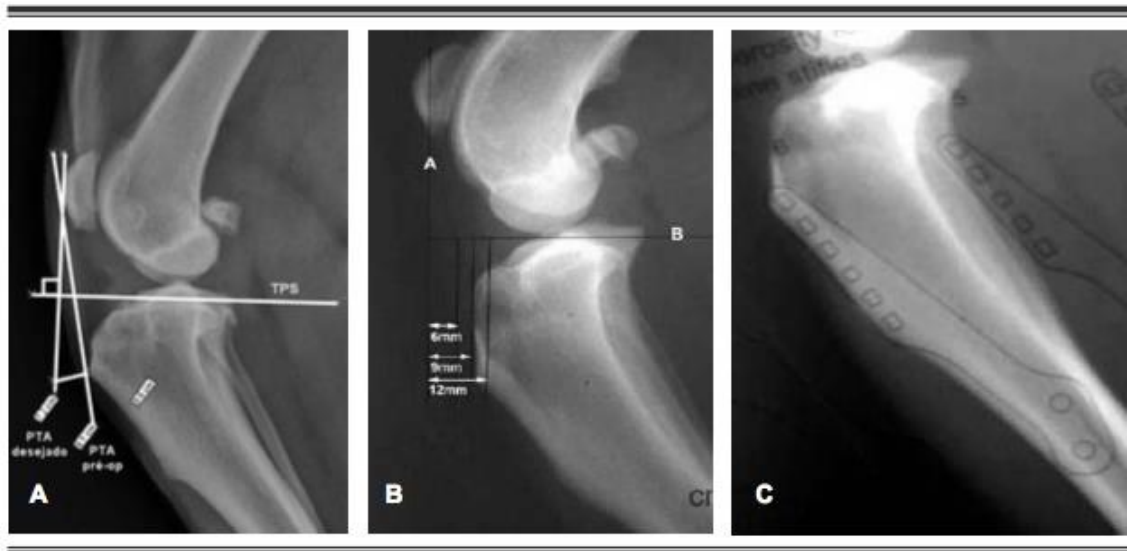


Uma linha horizontal está posicionada sobre o *plateau* tibial e uma linha vertical sobre a margem cranial do tendão patelar. A distância para o avanço da *cage* é de 9 mm nesse exemplo. Fonte: LAFEVER *et al.* (2007)

O quanto de avanço da tuberosidade tibial deve ser realizado para que o tendão patelar se posicione perpendicular ao *plateau* tibial na posição de joelho estendido à 135° é definido através da intersecção de uma linha traçada sob o *plateau* tibial e uma segunda linha traçada sob a patela e tuberosidade tibial. A segunda linha deve continuar com seu início na patela, mas a parte inferior deve ser deslocada cranialmente até que o ângulo entre elas seja 90°; a distância entre a segunda linha e a tuberosidade tibial é o quanto se deve deslocar o fragmento a ser osteotomizado cranialmente (Figura 7). Uma folha transparente com o padrão do TTA (*Kyon*) pode ser usada como guia para determinar o tamanho e o posicionamento da placa necessária para cobrir toda extensão da crista da tibia, como demonstrado na Figura 7 (HOFFMANN *et al.*, 2006).

Os pacientes devem ser posicionados em decúbito dorsal para realização do procedimento cirúrgico (MARTIN, 2006). A exploração do joelho antes da estabilização cirúrgica, pode ser completada através de artrotomia para avaliação do grau de lesão do menisco medial, LCCr, bem como de doença degenerativa articular.

Figura 7 - Medições pré-operatórias da TTA



Na imagem A, o ângulo do tendão patelar (PTA) é o ângulo compreendido entre a reta que passa pelos pontos de inserção do tendão patelar, na patela e na tuberosidade tibial, e a inclinação do plateau tibial (TPS). O PTA final será perpendicular ao TPS (adaptado da de <http://www.vetsurgerycentral.com>). B, a linha A representa o tendão patelar (final), e a linha B representa o plateau tibial. A distância entre a linha A e a tuberosidade tibial é igual ao avanço necessário. Neste caso será necessário um *cage* de 9 mm. C, na seleção da placa apropriada, a área do garfo deverá sobrepor-se à crista da tibia. Neste caso será necessária uma placa de 6 furos, e um garfo de 6 dentes (adaptado de <http://www.vetinst.com>).

5.2 TÉCNICA CIRÚRGICA

A técnica cirúrgica realiza, como já descrito, um avanço na crista da tibia e do ponto de inserção do ligamento patelar, de modo a reduzir o ângulo do ligamento patelar para um máximo de 90° com a articulação femuro-tíbio-patelar em extensão (DAMUR *et al.*, 2006).

A exposição do aspecto craniomedial da crista tibial deve ser realizada através da incisão de pele e inserções caudal do músculo *sartorius* e aponeurose e inserções dos músculos *gracilis*, *semimembranoso* e *semitendinoso*. Inicia-se cranialmente na altura do menisco medial extendendo-se até a altura da veia safena distalmente. O periósteo é elevado na junção da borda cranial da tibia com seu topo para permitir o deslocamento cranial da tuberosidade osteotomizada. A elevação deste permite a criação de um ponto de fixação para a sutura da

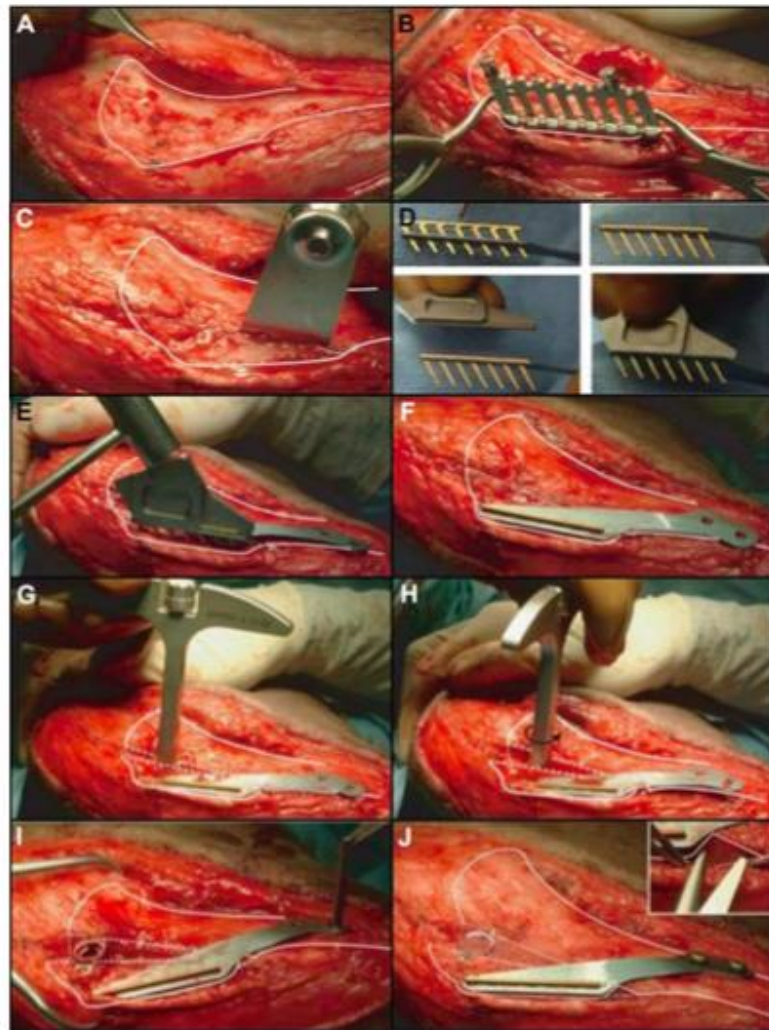
aponeurose da musculatura rebatida, para quando ocorrer o fechamento da incisão (DAMUR *et al.*, 2005).

O cirurgião deve lembrar-se de rebater pelo menos metade do periósteo tibial e tecidos moles adjacentes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**-A) para ter tecido suficiente para fechar a ferida cirúrgica sobre os implantes (JOHNSON & SCHULZ, 2014).

Deve-se realizar artroscopia ou artrotomia medial para ressecção de partes remanescentes do LCCr rompido e para inspeção dos meniscos, removendo as partes danificadas do menisco (JOHNSON & SCHULZ, 2014).

A técnica é realizada através de uma osteotomia longitudinal subjacente à tuberosidade tibial. É implantado uma gaiola de afastamento denominado *cage*, peça de titânio, de tamanho apropriado na região proximal da osteotomia a fim de fixar a tuberosidade da tíbia em posição cranial. A largura da *cage* pode variar entre 3, 6, 9 e 12 mm, dependendo do tamanho do cão e do ângulo do *plateau* da tíbia; isto deve ser determinado a partir de radiografias laterais pré-operatórias dos membros pélvicos. Uma placa *tension-band* é colocada na face medial da tíbia, e é executado um enxerto ósseo, de modo a acelerar a união óssea (MONTAVON *et al.*, 2002).

Figura 8 - Imagens fotográficas de vista medial da sequência de eventos do TTA



Na imagem A: periósteo elevado na junção da borda cranial da tíbia com seu topo. B: guia de broca para perfuração da tuberosidade tibial. C: osteotomia da tuberosidade tibial. D: acoplamento do garfo à placa de tensão. E: combinação da placa com o garfo nos orifícios previamente feitos na tuberosidade tibial. F: combinação da placa com o garfo fixados na tuberosidade tibial. G: inserção do afastador na região da osteotomia. H: afastamento da tuberosidade osteotomizada do corpo da tíbia. I: tuberosidade tibial e corpo da tíbia sendo unidos com pinça óssea de duas pontas. J: placa de tensão e *cage* fixados na tuberosidade e corpo da tíbia com parafusos e o garfo. Fonte: adaptado de LAFEVER *et al.* (2007).

Juntamente com a placa, a utilização do garfo faz-se necessário para fixação da tuberosidade tibial osteotomizada ao corpo da tíbia. O número de orifícios que devem ser feitos na tuberosidade tibial depende do tamanho desta, e por isso variam de animal para animal. O

garfo pode possuir de dois a oito prolongamentos, que devem ser correspondentes aos orifícios da placa de tensão que será usada (variando de dois a oito orifícios) (LAFEVER *et al.*, 2007). O número desejado de orifícios para inserção do garfo com seus prolongamentos é feito com um guia de furadeira e uma broca de 2,0mm (DAMUR *et al.*, 2002).

O primeiro orifício deve ser feito no nível da tuberosidade tibial, imediatamente medial à inserção do ligamento patelar na tíbia. Um pino deve ser introduzido dentro deste orifício para que seja possível a fixação do guia de broca. O guia é alinhado com a borda cranial e o orifício mais distal é feito em seguida. O guia deve ser fixado com o segundo pino para que então sejam feitos os orifícios intermediários (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-B**). O guia de broca é então removido e os 2 pinos são recolocados nos espaços mais proximal e mais distal (DAMUR *et al.*, 2002).

Na metade da junção da borda cranial da tuberosidade tibial com o corpo da tíbia, a osteotomia bicortical transversal deve ser iniciada distalmente, estendendo-se apenas através do córtex medial proximal. Deve-se atentar para que seja posicionada em um ponto acima do local dos parafusos de fixação da placa, para que assim possa-se evitar riscos de fratura tibial pós-operatória (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-C**). Pode-se fazer necessária a curvatura da parte distal da osteotomia (DAMUR *et al.*, 2002).

A placa de tensão pode ser pré-moldada pelo cirurgião para a superfície cortical medial da tibia, e montada com o garfo com número de prolongamentos correspondente ao número de orifícios da placa (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-D**) (DAMUR *et al.*, 2002). A placa também pode ser fixada por parafusos, que apresentam melhor resistência em ensaio biomecânico (ITO, 2012). É possível verificar se ambas as partes estão corretamente montadas através de um clique audível. A combinação da placa-garfo é fixada nos orifícios previamente feitos na tuberosidade tibial, o que requer um impacto com auxílio de um martelo (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-E e F**) (LAFEVER *et al.*, 2007).

A tuberosidade tibial pode ser transplantada cranial e proximalmente (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-G e H**). O osso esponjoso da metáfise da tíbia proximal pode ser coletado para que se preencha a fenda criada pela osteotomia associada ao avanço da tuberosidade tibial. As abas laterais do *cage*, da largura e comprimento desejados, são pré-moldadas pelos cirurgiões, sendo a aba caudal moldada para cima e distalmente, e a aba cranial para baixo e proximalmente. Para que se mantenha o avanço da tuberosidade tibial, o *cage* deve ser então inserido na fenda da osteotomia (DAMUR *et al.*, 2002).

Usando a aba do *cage* como guia, é feito um orifício com broca de 2,0 mm no corpo da

tíbia no qual é inserido um parafuso de titânio de 2,4mm. A tuberosidade e corpo da tíbia são mantidos juntos com pinça óssea de duas pontas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-I**) (DAMUR *et al.*, 2002).

A placa é então fixada na tíbia com dois parafusos de diâmetro adequado ao seu tamanho. Seus orifícios são feitos na direção cranial, as duas corticais devem ser perfuradas. O segundo parafuso, de 2,4mm, é então inserido através da aba cranial do *cage*. Faz-se necessário o cuidado para que o alinhamento e estabilidade patelar permaneçam corretos. O defeito ósseo criado na região da osteotomia pode ser preenchido com enxerto ósseo (**Erro! Fonte de referência não encontrada.-J**) (DAMUR *et al.*, 2002).

Antes do fechamento deve-se avaliar a posição da patela para certificar-se de que esta não está luxada (JOHNSON & SCHULZ, 2014). Além disso, Martin (2006) e Mayo (2008) afirmam que os pacientes devem ser submetidos à manipulação para teste de movimentação, existência de deslocamento tibial cranial em relação ao fêmur e crepitação; o que deve ser realizado com a articulação em flexão, liberando assim a tensão criada pelo avanço da tuberosidade tibial na união dos bordos da incisão.

O reposicionamento da pata de ganso (*pes anserinus*), conjunto de tendões de músculos da coxa que se inserem proximalmente na tíbia, com sutura contínua permite cobrir os implantes. A veia e nervo safenos devem ser preservados. Tecido subcutâneo e a pele são reposicionados e suturados (DAMUR *et al.*, 2002).

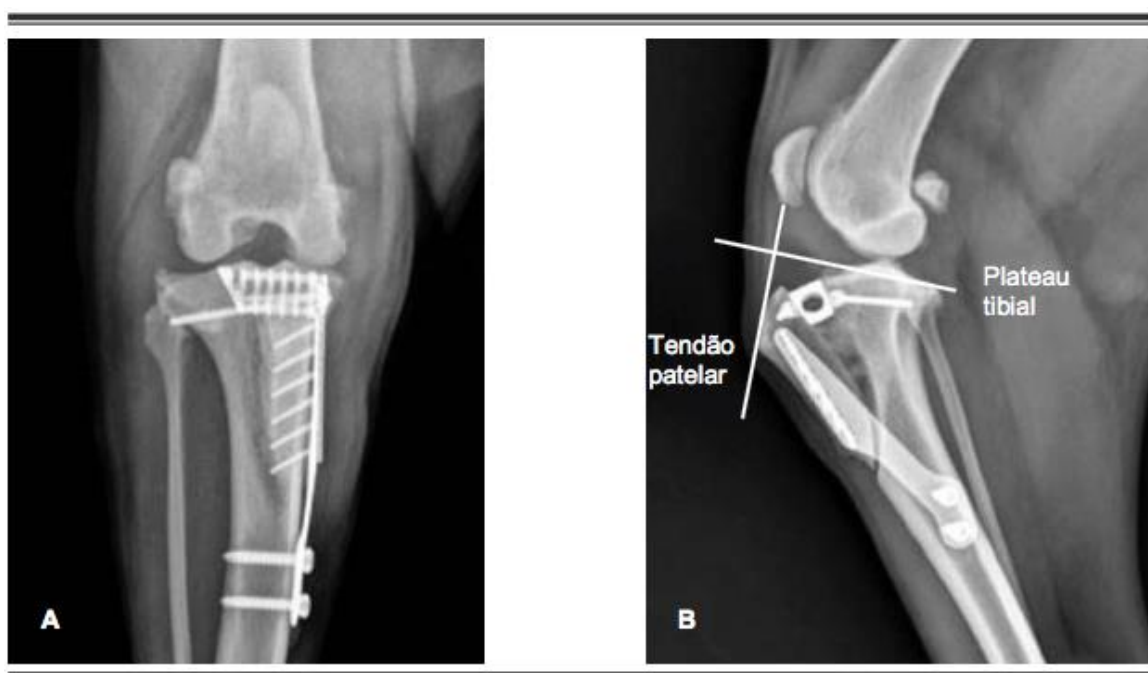
5.3 PÓS-OPERATÓRIO DA TÉCNICA DE TTA

No final do procedimento o paciente é novamente radiografado (Figura 9 e Figura 10), de modo a verificar-se a posição dos implantes. O cuidado pós-operatório do paciente de TTA é crítico, visto que até a osteotomia estar preenchida e consolidada, o joelho encontra-se vulnerável. Devem ser usados analgésicos e antiinflamatórios como morfina nas primeiras 24 a 48 horas e meloxicam durante 7 a 14 dias (HOFFMANN *et al.*, 2006). Novos medicamentos para prevenir e tratar osteoartrose podem ser indicados para alguns pacientes após a cirurgia. Alguns exemplos são o ácido hialurônico e glucosamina/condroitina (VETERINARY MEDICAL AND SURGICAL GROUP, 2007).

Figura 9 - Figura ilustrativa da osteotomia da crista da tibia (a esquerda), e pós TTA (a direita)



Figura 10 - Aspecto radiográfico pós-operatório da TTA



Alguns cirurgiões optam por imobilização pós-operatória para evitar complicações durante este período (MÜLLER; SCHOSSLER, 2009); porém segundo Vasseur (1998), a imobilização da articulação causa efeitos deletérios, como atrofia muscular, degeneração da cartilagem e formação intra-articular de tecido cicatricial, superando as possíveis vantagens da redução de tensão.

Independente do método de estabilização utilizado, a atividade física dos cães deve ficar restrita a caminhadas breves e controladas por guia durante pelo menos seis semanas após a cirurgia, com aumento gradativo até 12 semanas, até a liberação dos exercícios (VASSEUR, 1998).

Mayo (2008) aconselha um período de aplicação de gelo e posterior aplicação de blocos quentes três vezes ao dia. É indicada também a fisioterapia de reabilitação, assim como pode ser encorajada a hidroterapia, ambas podem potencializar a recuperação após a cirurgia. Em cães jovens, a cicatrização pode ocorrer dentro de quatro semanas, podendo esta levar mais tempo no caso de cães mais velhos (JOHNSON & SCHULZ, 2014).

Estudo realizado por Dymond, Goldsmid e Simpson (2010) com 92 joelhos submetidos a TTA obteve avaliação ótima dos proprietários quanto à melhora clínica em 87% dos casos com acompanhamento de oito meses.

5.4 COMPLICAÇÕES DA TÉCNICA DE TTA

A fratura da tuberosidade tibial, a luxação medial da patela, a lesão do LCCd (por avanço excessivo), a lesão meniscal subsequente, assim como a falha de implante, são complicações associadas à técnica (HOFFMANN *et al*, 2006; DAMUR, 2002; BOUDRIEU, 2009). A falha do implante, que segundo os casos reportados ocorre em 1-5% dos membros pélvicos operados, foi atribuída a erro técnico ou ao uso de implantes de *design* mais antigo, e considerados mais fracos. O excesso de atividade no pós-operatório também resultou em falha completa do implante (HOFFMANN *et al.*, 2006).

No estudo em cadáveres de Alpelt *et al.* (2007) foi detectada a presença de translação caudal da tíbia quando a tuberosidade tibial foi avançada para além do ângulo requerido para neutralizar o deslocamento cranial da tíbia, o que presumivelmente terá colocado o LCCd sob estresse excessivo. As lesões meniscais pós-operatórias foram encontradas em 7 de 24 casos de estudo feito por Boudrieau (2009) que apresentavam o menisco medial intacto à data da cirurgia. Contudo, é difícil de afirmar que estes achados são um reflexo da prevalência real de lesões meniscais tardias associadas a instabilidade articular derivada de um avanço insuficiente da tuberosidade tibial. Estas lesões meniscais podem tanto ser resultado de uma alteração desfavorável na biomecânica do joelho, como podem não ter sido diagnosticadas durante a primeira cirurgia. Fratura no terço proximal da tíbia também pode acontecer em TTA por erro técnico.

5.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TÉCNICA DE TTA

De um ponto de vista biomecânico, a TTA poderá apresentar 2 vantagens principais sobre a TPLO. Ao preservar a articulação tíbio-femoral natural (já que o *plateau* tibial não é reposicionado), e presumindo que a TTA é igualmente eficaz à TPLO quanto à neutralização do deslocamento cranial da tíbia, a transmissão natural de carga através da articulação (incluindo os meniscos) não vai ser alterada. Outra vantagem da TTA é a de aumentar o movimento extensão do joelho, o que teoricamente reduz a intensidade das forças que atuam ao longo do tendão patelar (TEPIC *et al.*, 2002). A TPLO, por outro lado, aparentemente aumenta o estresse no mecanismo extensor do joelho, resultando em complicações clinicamente relevantes (KOWALESKI *et al.*, ANO).

Resumindo, as vantagens presumíveis da TTA incluem: técnica menos invasiva e tecnicamente menos exigente (relativamente a outras osteotomias), a possibilidade de tratar com eficácia luxação da patela concomitante, tempo operatório mais curto e morbidade pós-operatória baixa (KIM *et al.*, 2008).

Já as desvantagens incluem o risco de luxação patelar iatrogênica, a necessidade de material específico, possíveis lesões meniscais, infecção, fraturas tibiais, luxações de patela e rejeição ao implante (HOFFMANN *et al.*, 2006; LAFAVER *et al.*, 2007; KIM *et al.*, 2008). As principais complicações são devido a erros técnicos, que incluem a localização dos implantes e a localização/orientação da osteotomia com taxa de complicações variando de 12,3 a 20% (VEZZONI, 2006).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É através do LCCr que a articulação do joelho é estabilizada, limitando então o movimento de deslocamento cranial da tíbia, a rotação interna desta e a hiperextensão da articulação. Quando as forças desses movimentos excedem o limiar, este ligamento é comumente rompido. A instabilidade gerada resulta em uma das principais causas de dor e disfunção do membro pélvico em cães, além de representar a principal causa de doença articular nestes animais.

O tratamento para RLCCr, em sua maioria, é realizado através da intervenção cirúrgica que objetiva a estabilização da articulação. A técnica de TTA, por se basear na biomecânica do joelho, se destaca perante as demais. Ela objetiva a neutralização da articulação através do aumento da alavanca do músculo do quadríceps que limita o deslocamento cranial da tíbia. É considerada menos invasiva e mais simples de ser realizada quando comparada às outras osteotomias, além de apresentar tempo cirúrgico reduzido associado a pouca morbidade no pós-cirúrgico.

Apesar de não haver técnica cirúrgica que estacione consistentemente o desenvolvimento ou a progressão da doença articular degenerativa, a técnica de TTA mostra-se muito eficaz na neutralização das forças atuantes na articulação, minimizando e postergando esta doença.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, A. Treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs - an overview. **Veterinary Focus**, v. 21, n. 2, p. 39-46, 2011.
- APELT, D., BOUDRIEAU, R.J. & KOWALESKI, M.P. Effect of tibial tuberosity advancement on cranial tibial subluxation in canine cruciate-deficient stifle joints: An in vitro experimental study. **Veterinary Surgery**, v. 36, p. 170-177, mar. 2007.
- ARNOCZKY SP, MARSHALL JL: The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. **American Journal of Veterinary Research**, v. 38, p. 1807–1814, dec. 1977.
- BANKS, W.J. **Applied veterinary histology**. 3.ed. Philadelphia: Mosby Year Book. 1993.
- BARONE, R. **Anatomia Comparada dos Mamíferos Domésticos: Artrologia e Motricidade**. 4.ed. Paris: Éditions Vigot. 2000.
- BENNET, D.; MAY, C. Moléstias Articulares de Cães e Gatos In: ETTINGER, S.J; FELDMAN, E.C. (Eds.). **Tratado de Medicina Interna Veterinária**. 2.ed. São Paulo, v.2, p.2805 -2866. 1997.
- BOUDRIEAU, R. J. Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement. **Veterinary Surgery**, v. 38, n. 1, p. 1-22, jan 2009.
- BULL AM, AMIS AA. The pivot-shift phenomenon: a clinical and biomechanical perspective. **The Knee**, Londres, UK, v.5, p. 141–158, jun 1998.
- BUQUERA, L.E.C.; PADILHA-FILHO, J.G.; CANOLA, J.C. Ruptura do ligamento cruzado cranial em cães. Revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.7, n. 1, p 43-47, 2004.
- BRINKER, W.O; PIERMATTEI, D. L.; FLOR, G. L. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas em pequenos animais**. 3 ed. São Paulo, cap.17, p .480-538. 1999.
- CASTRO, J.O.M., PEREIRA, P.P., MARCHETTO, A. & TELINI, A.C. (2003). Anatomia e biomecânica do ligamento do cruzado anterior. **Grupo de estudos do Joelho de Campinas, Campinas**. Disponível em: http://www.grupodojoelho.com.br/velho/artigos/anat_biom.htm. Acesso em 26 jun. 2016.
- CLEMENTS, D. N.; KENNEDY, L.J.; SHORT, A.D. BARNES, A.; FERGUSON, J.; OLLIER, W.E.; Risk of canine cranial cruciate ligament rupture is not associated with the major histocompatibility complex. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, UK, v. 24, n. 4, p. 262-265, mai 2011.

COMERFORD, E.J. Current thoughts on canine cranial cruciate ligament disease. **Proceedings of the 56th SCIVAC Congress**, 2007, Italia, p.147-148. Disponível em: http://www.ivis.org/proceedings/scivac/2007/comerford3_en.pdf?LA=6. Acesso em 26 jun 2016.

CONSTANTINESCU, G.M. **Anatomia Clínica de Pequenos Animais**. Editora Guanabara Koogan S.A. 1.ed. Rio de Janeiro, 2002.

DAMUR, D.M., MONTAVON, P.M., & TEPIC, S. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate ligament deficient stifle. 1st World Orthopaedic Veterinary Congress; Munich, Germany. 2002. p. 152.

DAL-BÓ, I. S. *et al.* Infecção óssea após osteotomia para tratamento da ruptura de ligamento cruzado em cães. **Acta Scientiae Veterinariae**, São Paulo, v. 41, n. 1148, p. 1-6. set 2013.

DENNY, H.R.; BUTTERWORTH, S.J. The stifle. *In*: _____. **A guide to canine and feline orthopaedic Surgery**. 4.ed. Oxford: Blackwell Science, cap. 42, p. 554-574. 2006.

DUELAND, R. T.; PALMISANO, M. Anormalidades ortopédicas do joelho *In*: _____. **Manual Saunders clínica de pequenos animais**. 3 ed. São Paulo: Roca, cap. 110, p. 1151-1162. 2008.

DYMOND, N. L.; GOLDSMID, S. E.; SIMPSON, D. J. Tibial tuberosity advancement in 92 canine stifles: initial results, clinical outcome and owner evaluation. **Australian Veterinary Journal**, New South Wales, v. 88, n. 10, p. 381-385, out. 2010.

FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária**, 4 ed. São Paulo: Manole, v. 2, cap. 149, p. 2817-2818. 1997

FOSSUM, T. W. *et al.* **Small animal surgery**. 3. ed. St. Louis: Elsevier. p. 1254 – 1263; 1272 – 1275. 2007.

FUGITA, Y. *et al.* The possible role of the tibial plateau angle for the severity of osteoarthritis in dog with cranial cruciate ligament rupture. **Journal Veterinary Medicine Science**, v. 68, n. 7, p. 675-679, 2006.

GOLDBLATT, J. P & RICHMOND, J. C. Anatomy and Biomechanics of the Knee. **Operative Techniques in Sports Medicine**, v. 11, n. 3, p.172-186, jul. 2003.

GRÁCIO, J. D. M. R. E. **Ruptura do ligamento cruzado cranial-Resolução cirúrgica por osteotomia tripla da tíbia e avanço da tuberosidade tibial**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) Curso de Pós Graduação Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal, 2012.

GRANT, J.W., LANZ, O.I., MARTIN, R.A., MILLER, J.M., & SHIRES, P.K. Effect of 9mm tibial tuberosity advancement on cranial tibial translation in the canine cruciate ligament-

deficient stifle. **Veterinary Surgery**. v 36, p 335-340. Jun. 2007.

HOFFMANN, D. E. *et al.* Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, Virginia, EUA, v. 19, n. 4, p. 219-227, 2006.

ITO, K. C. **Estudo biomecânico de tração (ex-vivo) em osteotomia da tuberosidade tibial de cães estabilizada com placa fixa por garfo ou parafuso**. Dissertação (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

JERRAM, R. M.; WALKER, A. M. Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. **New Zealand Veterinary Journal**, Philadelphia, v. 51, n. 4, p. 149-158, 2003.

JOHNSON, A.L.; SCHULZ, K.S. Fundamentos de cirurgia ortopédica e tratamento de fraturas. In: Fossum, T.W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. p 1033-1407. 2014.

KIM, S. E; POZZI, A; KOWALESKI, M.P.; LEWWIS, D.D. Tibial Osteotomies for Cranial Cruciate Ligament Insufficiency in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 37, n. 2, p. 111-125, feb. 2008. KOWALESKI, M. P. TPLO/TWCO: dealing with excessive tibial plateau angle. In: **ESVOT Congress Proceedings XIII**. Munique. p. 85-6, 2006.

KUHN, K.; OHLERTH, S.; MAKARA, M.; GUERRERO, T.G. Radiographic and ultrasonographic evaluation of the patellas ligament following tibial tuberosity advancement. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.52, n. 4, p. 466-471. Jul. 2011. LAFAVER, S.; MILLER, N. A.; STUBBS, W. P.; BOUDRIEAU, R. J. Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament – deficient stifle joint: surgical technique, early results and complication in 101 dogs. **Veterinary Surgery**, Denver, v. 36, n. 18, p. 573-586, 2007.

MARTIN, R.A. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. **Abstracts of the 1st WOVC Keystone**, 2006.

MAYO, J. TTA (Tibial Tuberosity Advancement) for the treatment of cranial cruciate ligament injuries in the dog. 2008. Disponível em:

<http://www.jeffmayodvm.com/Pages/tta.aspx>. Acesso em 26 jun 2016.

MILLER, J. M., SHIRES, P. K., LANZ, O. I. MARTIN, R.A. GRANT, W. Effect of 9 mm tibial tuberosity advancement on cranial tibial translation in the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle. **Veterinary Surgery**. v. 36, n. 4, p. 335-340, jun. 2007.

MONTAVON PM, DAMUR DM, TEPIC S: Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. Proceedings of the **1st World Orthopaedic Veterinary Congress**; Munique, p. 152 Set. 2002.

MÜLLER, D. C. M.; SCHOSSLER, J. E. W. Ruptura do ligamento cruzado e cães. **Medvop: revista científica de medicina veterinária** - pequenos animais e animais de estimação, Curitiba, v. 7, n. 23, p.125-293, 2009.

PALMER, R.H. Simpósio sobre ortopedia canina, **Vet Med**, v. 7, n. 41, p. 29-52. 2005.

PAATSAMA, S. **Ligament Injuries of the Canine Stifle Joint**: A Clinical and Experimental Study. Dissertação (Mestrado em Veterinary College, Helsinki, Finland), 1952.

PIERMATTEI, D.L., FLO, G.L. & DECAMP, C.E. **Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. 4.ed. USA: Saunders. 2006.

SCHULZ, K. Diseases of the joints. In T.W. FOSSUM, **Small animal surgery**. 3. ed., p. 1143-1315. Missouri: Mosby Elsevier, 2007.

SHEALY, P.M. (n. d.). Surgical Management of the Cranial Cruciate Insufficient Dog Utilizing Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO). **Veterinary Specialists of the Southeast**. Disponível em: <http://vss.org/tplo-procedure/tplo-information.html>. Acesso em 26 jun 2016.

SLOCUM B & DEVINE-SLOCUM, T. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. **The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, v.23, p.777-795, jul 1993.

SLOCUM, B. & SLOCUM, T.D. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v 23, n 4, p.777-95, jul. 1993.

TEPIC S, DAMUR DM, MONTAVON PM: Biomechanics of the stifle joint. Proceedings, **1st World Orthopaedic Veterinary Congress**. Munique, Germany, p 189–190, set. 2002

VASSEUR, P. B. Articulação do Joelho. In: SLATTER, D. **Cirurgia de pequenos Animais**. 2 ed., v. 2, São Paulo: Manole, c. 137, p. 2149-2201, 1998

VASSEUR, P. B. Stifle joint. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. Philadelphia: Saunders, p. 2090-2132. 2003

Veterinary Referral Surgical Practice (n. d.). Anterior (Cranial) Cruciate Ligament Repair. Disponível em http://veterinaryreferralsurgery.com/article_crucate.php . Acesso em 26 jun 2016.

VEZZONI, A. TPLO by Slocum: a successful approach in the treatment of cranial cruciate

ligament injuries, out. 2004. Proceedings of the **29th World Small Animal Veterinary Association Congress**, Grécia. Disponível em

<http://www.vin.com/proceedings/Proceedings.plx?CID=WSAVA2004&PID=8724&O=Generic>. Acesso em 26 jun 2016.

VEZZONI, A. TTA (Tibial tuberosity advancement) in the treatment of cranial cruciate ligament injuries. Proceedings of the **North American Veterinary Community**, Orlando, USA, v. 20, p. 949-952, 2006.