

**EDUARDO ALBERTO TUDURY**

**APRIMORAMENTO DA TÉCNICA CCWO PARA CÃES COM  
RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL**

**RECIFE**

**2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**EDUARDO ALBERTO TUDURY**

**APRIMORAMENTO DA TÉCNICA CCWO PARA CÃES COM  
RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL**

Tese apresentada ao Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção de promoção à classe de professor Titular.

**RECIFE**

**2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA

APRIMORAMENTO DA TÉCNICA CCWO PARA CÃES COM  
RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL

Tese elaborada por

Prof. Dr Eduardo Alberto Tudury

Aprovada em 05/10/2021

**BANCA EXAMINADORA**

ANA PAULA  
MONTEIRO  
TENORIO-403552104  
00

Assinado de forma digital  
por ANA PAULA MONTEIRO  
TENORIO-40355210400  
Data: 2021.10.07 06:19:40  
+03'00'

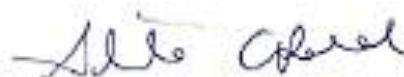
---

Profa. Titular Dra. Ana Paula Monteiro Tenório  
Presidente



---

Prof. Titular Dr. Mauro Roberto Rodrigues



---

Profa. Titular Dra. Sheila Canavese Rahal



---

Profa. Titular Dra. Viviana Negro

## **AGRADECIMENTOS**

Àqueles que, em toda a minha vida, confiaram em mim e me estimularam no longo caminho do aprender.

A Deus que me deu estímulos, forças e saúde para superar os desafios.

À Profa. Maria Cristina da Silva, pelo apoio incondicional para atingir esta titulação.

## RESUMO

A osteotomia em cunha de fechadamento cranial (CCWO) é uma das técnicas periarticulares de osteotomia da tíbia que visa reduzir o ângulo do platô tibial (APT) e assim anular o deslocamento cranial da tíbia proximal em relação aos côndilos femorais. Esta pesquisa teve como objetivo introduzir nessa técnica aprimoramentos, visando maior eficiência terapêutica. Dentre eles coube o uso do v POP PRO – *veterinary Preoperative Orthopaedic Planning*; utilizar o método do centro de rotação angular (CORA) para resseccionar a cunha; adotar o valor de APT menos 5° graus em relação ao ângulo da cunha; alinhar os fragmentos pelas corticais craniais; realizar primeiro a avaliação gráfica da proposta para posteriormente aplicá-la nos cães com ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr); executar os procedimentos baseado em seis medidas de localização; verificação pré-cirúrgica, por comparação em negatoscópio, relação entre a placa e a radiografia impressa em tamanho real, para averiguar a necessidade de modelamento prévio da placa e o local que esta seria situada na tíbia, para que os parafusos não adentrassem à articulação, à linha de osteotomia e que todos eles sobressaíssem da cortical “Trans”; realizar, quando possível, a meniscectomia por mínima abordagem medial; dissecação do periósteo da crista tibial e músculo tibial cranial e sua aponeurose para usá-los na síntese como ponto de ancoragem do “*pes anserinus*”; fazer com serra manual pré corte da cortical “Cis” que evitasse o deslizamento fora da linha proposta da serra oscilatória; efetuar compressão inter fragmentária mediante pinça de Weber, banda de tensão e placa de osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) bloqueada, geradora de compressão dinâmica e passível de prefixação com pinos de Kirschner; auto enxertia do osso corticoesponjoso da cunha sob o músculo tibial cranial; testagem com pino, antes de colocar o parafuso proximal, se seu orifício não penetrava na articulação. Após determinação do novo método de planejamento baseado no CORA, foi feita a análise em 19 imagens radiográficas de tíbia, de cães adultos normais, para verificar as mudanças do APT e o encurtamento tibial com essas modificações. Posteriormente, foram operados 15 joelhos de 12 cães com diagnóstico clínico e radiográfico de RLCCr, onde os fragmentos tibiais, proximal e distal, foram fixados conforme predeterminado, cuja cunha nunca ficou a menos de 5mm distal à inserção

do ligamento patelar na tuberosidade tibial. O planejamento computacional permitiu uma redução do APT médio de  $24,04^\circ (\pm 2,72)$  para  $7,73^\circ (\pm 0,74)$ , quando a cunha foi posicionada pelo método do CORA e alinhamento cranial. Verificou-se variação do APT, segundo o alinhamento dos fragmentos, sem diferença significativa. Quando a altura do posicionamento da cunha foi em nível do CORA, comparado com uma altura mais distal, a variação no APT se mostrou significativa. Os animais tiveram um encurtamento médio de  $0,84 (\pm 0,13)$  cm sem comprometimento clínico ao uso do membro. A aplicação cirúrgica em cães com APT médio de  $24,76^\circ (\pm 4,08)$ , esse foi reduzido para  $9,26^\circ (\pm 3,82)$ , e com mudança satisfatória da claudicação. A técnica aqui modificada demonstrou eficácia para o nivelamento do platô tibial, inibindo o deslocamento cranial da tíbia, proporcionando 86,66% (13/15) de melhora dos joelhos operados, com mínimo encurtamento tibial e ausência de calo ósseo identificável apesar da correta consolidação e auto enxertia. Foi notória a satisfação dos tutores ante ao rápido retorno à apropriada e indolor deambulação. Além disso, conferiu espaço ósseo suficiente para estabilização com placa para TPLO (com bloqueio) e estabilização auxiliar com banda de tensão. O planejamento por meio do vPOP PRO, o alinhamento dos fragmentos pelas corticais craniais, o posicionamento proximal da cunha com base na localização do CORA, respeitando-se a distância desde a tuberosidade tibial em relação à linha proximal da cunha, o uso de placa de TPLO bloqueada e com compressão dinâmica, o posicionamento da cunha e da placa conforme as seis distâncias pré-estabelecidas no planejamento e a complementação da estabilização com pino cranial em banda de tensão mostraram ser parâmetros importantes a serem seguidos para o sucesso e a recuperação funcional. Sugere-se avaliação da técnica em maior tempo e número de animais.

## **SUMMARY**

Cranial closing wedge osteotomy (CCWO) is one of the periarticular techniques of tibial osteotomy that aims to reduce the tibial plateau angle (APT) and thus nullify the cranial displacement of the proximal tibia in relation to the femoral condyles. This research searched to introduce several improvements to this technique, aiming at greater therapeutic efficiency. Among them was the use of vPOP PRO Pro – veterinary Preoperative Orthopedic Planning; use the center of angular rotation (CORA) method to resection the wedge; adopt the value of 5th

degrees as the objective to be achieved in relation to the final angle of the tibial plateau; in all cases align the fragments with the cranial cortical; first perform the graphical evaluation of the proposal to later apply it to dogs affected with the cranial cruciate ligament rupture; perform the procedures based on six location measurements; pre-surgical verification, by comparison in negatoscope, relationship between the plate and the printed radiography in full size, to verify the need for previous molding of the plate and the location that it would be located in the tibia, so that the screws do not enter the joint, the line of osteotomy and that they all protrude from the "Trans" cortical; perform meniscectomy by minimal medial approach when possible; dissection of the cranial tibial muscle and its aponeurosis to use it in the synthesis as an anchorage point for the "pes anserinus"; use a manual saw to pre-cut the "Cis" cortical to avoid sliding outside the proposed line of the oscillating saw; perform interfragmentary compression using Weber forceps, tension band and locked tibial plateau leveling osteotomy plate (TPLO), which generates dynamic compression and can be prefixed with Kirschner pins; autograft of the cortico-spongy bone of the wedge under the cranial tibial muscle; pin testing, before placing the proximal screw, if its hole does not penetrate the joint. After determining the new planning method based on CORA, 19 radiographic images of the tibia from normal adult dogs were analyzed to verify the changes in APT and tibial shortening with these modifications. Subsequently, 15 stifles of 12 dogs with clinical and radiographic diagnosis of RLCCr were operated, where the tibial fragments, proximal and distal, were fixed as predetermined, whose wedge was never less than 5 mm distal to the insertion of the patellar ligament in the tibial tuberosity. The computational planning allowed a reduction in the mean APT from  $24.04^{\circ} (\pm 2.72)$  to  $7.73^{\circ} (\pm 0.74)$ , when the wedge was positioned by the CORA method and cranial alignment. There was variation in the APT, according to the alignment of the fragments, with no significant difference. When the height of the wedge placement was at the CORA level, compared to a more distal height, the variation in the APT was significant. The animals had a mean shortening of  $0.84 (\pm 0.13)$  cm without clinical impairment to limb use. Surgical application in dogs with mean APT of  $24.76^{\circ} (\pm 4.08)$  reduced to  $9.26^{\circ} (\pm 3.82)$ , and with satisfactory change in lameness, but adoption of a final objective of 5th degree was not hit. The technique modified here proved to be effective for leveling the tibial plateau, inhibiting the cranial displacement

of the tibia, providing 86,66% (13/15) improvement in operated animals, with minimal tibial shortening and absence of bone callus despite correct healing and self-grafting; as well as much satisfaction from the respective owners, given the quick return to appropriate and painless walking. In addition, it provided sufficient bone space for stabilization with a TPLO plate (with block) and auxiliary stabilization with a tension band. Planning through vPOP PRO, alignment of fragments by cranial corticals, proximal positioning of the wedge based on the location of the CORA respecting the distance to the osteotomy of the proximal line of the wedge, the use of a locked TPLO plate with dynamic compression, the positioning of the wedge and the plate according to the six pre-established distances in the planning and the complementation of the stabilization with cranial pin in tension band showed to be important parameters to be followed to achieve success and functional recovery. It is suggested to evaluate the technique in greater time and numbers of animals.

**Keywords:** joint damage; cruciate ligaments; planning; osteotomy; osteosynthesis



## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DA LITERATURA

Pág.

- Figura 1.** Meniscos e ligamentos do joelho, face dorsal da epífise tibial. (KOWALESKY, et al. 2018) ..... 24
- Figura 2.** Representação esquemática das forças que atuam no joelho, de acordo com Slocum; Slocum (1993), antes (A) e após a TPLO. A seta rosa indica a força compressiva resultante através do joelho que é paralela ao eixo da tibia. Usando com base a inclinação do platô tibial a força resultante pode ser dividida em dois componentes ortogonais (setas amarelas) uma perpendicular e outra paralela ao platô tibial. Quando o ângulo do platô é reduzido à zero, o vetor de translação cranial se torna inexistente, levando a força de compressão tibial e a força resultante se tornarem a mesma (KOWALESKY, et al. 2018) ..... 27
- Figura 3.** Imagem radiográfica médio-lateral de um joelho normal de um Labrador Retriever (A) e imagem médio-lateral de um joelho com ruptura parcial do ligamento cruzado cranial. (B) O corpo adiposo infrapatelar (seta) foi cranialmente comprimido e deslocado pelo liquido sinovial aumentado (cabeça de seta) (KOWALESKY, et al. 2018) ..... 32
- Figura 4.** Correto posicionamento para realização de radiografia do joelho sob estresse pela técnica de compressão tibial. A: Se o LCCr estiver rompido a tibia se projetará cranialmente em relação ao fêmur (setas pretas) pela tensão do músculo gastrocnêmio (seta branca reta) na flexão do tarso (seta branca curvada). B: Posicionamento do paciente em decúbito lateral para obtenção de radiografia com compressão tibial. O exame é realizado com a articulação do joelho flexionada em 90 graus. Os côndilos femorais devem aparecer na imagem perfeitamente sobrepostos. C: Imagem radiográfica do joelho em posição neutra. D: Imagem radiográfica do joelho com compressão tibial. Devido a flexão do tarso ocorre deslocamento caudal do fêmur em relação ao platô tibial (setas pretas). Também se observa deslocamento ventral do sesamóide do músculo poplíteo (seta branca). (BREER, et al. 2010). ..... 33
- Figura 5.** Determinação do CORA em deformidades angulares sagitais de tibia e alinhamento dos eixos anatômicos após ressecção de cunha óssea e aposição dos fragmentos ósseos. (PALEY, 2002) ..... 37
- Figura 6.** Osteotomia de nivelamento do platô tibial baseada no CORA ponto geométrico que é determinado pelo encontro entre os eixos anatômicos proximal e distal (RASKE et al. 2013) ..... 40
- Figura 7.** Delineamento dos eixo mecânicos proximal e distal modificado, para localizar o CORA e a partir deste realizar a osteotomia em arco ventral ao mesmo. Fixação do fragmento proximal, com placa óssea, após sua rotação, para redução do APT. (BRUECKER, 2018) ..... 41
- Figura 8.** Ilustração da técnica tradicional de CCWO com o ângulo da cunha igual ao APT, distal e com o ápice na cortical caudal, planejamento pré-operatório, A; Após alinhamento cranial, B; Técnica modificada por Wallace, et al. (2011), com a cunha semelhante, porém, neutra (linha distal e proximal no mesmo comprimento), C; Após alinhamento cranial, D. (WALLACE, et al., 2011) ..... 45

**Figura 9.** Ilustração da CCWO modificada por Frederick e Cross (2017) com cunha proximal e com alinhamento cranial. A osteotomia proximal é pontuada saindo do córtex cranial três mm distal ao ponto inferior de inserção do ligamento patelar, **A**; a osteotomia distal é pontuada interceptando o escore proximal em 2/3 do ponto craniocaudal do escore distal, **B**. A interseção desses escores foi o ângulo de osteotomia planejado. A osteotomia distal é concluída, **C**; a osteotomia proximal é concluída saindo pela osteotomia distal, **D**; a osteotomia será reduzida girando os segmentos, **E**; osteotomia reduzida com alinhamento do córtex cranial, **F**.....

46

**Figura 10.** Placas para TPLO comercialmente utilizadas atualmente. 1- PAX - SECUROS SURGICAL®. 2- ALPS® PRODUCT RANGE. 3- DEPUY SYNTHES VET. 4- INTRAUMA® - FIXIN®. 5- FOCUS – ORTOPEDIA VETERINÁRIA. 6- CÃO MÉDICA – ORTOPEDIA VETERINÁRIA. 7- LINCE VET. Fonte: Sites das empresas listadas, 2021. ....

50

**Figura 11.** Projeção radiográfica craniocaudal da tíbia de cão mostrando a curvatura anatômica proximal-medial, com uma angulação entre a superfície óssea articular e o eixo cortical de aproximadamente 67,8 graus.....

53

**Figura 12.** Projeções radiográficas craniocaudais (A) e mediolateral (B) do joelho esquerdo de um Bichon frise de cinco anos de idade realizadas imediatamente após a correção do platô tibial através de TPLO. O parafuso cranial na porção proximal da placa penetrou a superfície articular. (GATINEAU, et al. 2011).....

54

**Figura 13.** Pinça de redução ponta-ponta (Weber) realizando fixação dos fragmentos e compressão inter fragmentária em cirurgias TPLO e TTA, até implantar a respectiva placa. ....

59

## ARTIGO PARA PUBLICAR NÚMERO 1

**Figura 1.** Planejamento computadorizado com imagem radiográfica da tíbia de cão, em projeção médio-lateral. **A:** Delimitação do platô tibial e mensuração do comprimento tibial antes do “corte” da cunha: medido a partir do centro do tálo (c.t.) até o platô cranial (a), até a eminência intercondilar (b) e até o platô caudal (c). **B:** medição do APT; **C:** Determinação do CORA (seta) a partir do cruzamento entre o eixo anatômico proximal e médio, da tíbia, **D:** Delimitação da cunha a partir do CORA e do ACA, e determinação das distâncias de D1, D2, D3 e base da cunha, **E:** Determinação das distâncias do plano dorsal da tíbia até altura proximal da placa: D4, e a medida de D4 somada ao comprimento da placa para fixação dos fragmentos: D5; **F:** Mensuração do comprimento tibial após ‘corte’ da cunha; **G:** Verificação através da distância referente à medida de D4 se evitar a penetração de parafuso na articulação e na linha de corte da osteotomia, e conferência do molde da placa com o formato anatômico da tíbia .....

76

**Figura 2.** Posicionamento da cunha com um ângulo 5° menor que o APT inicial, em três diferentes alturas. Localizado com base no método do CORA, **A**; a 5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar, **B**; e na proeminência mais distal da tuberosidade tibial, **C**. CORA: centro de rotação angular. ....

78

**Figura 3.** Determinação do APT no planejamento da CCWO com posicionamento da cunha sobre o CORA, **A**. Alinhamentos dos fragmentos proximal e distal após

osteotomia: pela cortical cranial, **B**; pelo encontro dos eixos anatômicos proximal e distal, **C**; e pela cortical caudal, **D**. ..... 85

## ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 2

**Figura 1.** Pré cirúrgico, com determinação de D4 e D5, necessidade de modelagem da placa, assim como, comprimento e direção dos parafusos..... 103

**Figura 2.** Miniartrotomia medial, uso da alavanca para luxação cranial da tíbia e aplicação do distrator ósseo autoestático de joelho para permitir inspeção meniscal com a sonda, menisectomia e remoção de restos de ligamento cruzado cranial rompido: **A.** Remoção da parte cranial do menisco medial: **B. G:** afastador Gelpi; **AI:** alavanca; **CFM:** côndilo femoral medial; **D:** distrator autoestático de joelho; **MM:** menisco medial. .... 105

**Figura 3.** Marcação óssea da cunha da CCWO durante a osteotomia, conforme localização determinada através dos pontos de referência D1, D2, D3 determinados no planejamento, **A.** Fragmento da cunha removido na osteotomia com serra oscilatória linear, **B.** Redução dos fragmentos com pinça óssea de Weber após osteotomia da cunha, seguido de passagem do pino de Steinmann em sentido crânio-dorso-lateral para caudo-ventro-medial, **C.** Estabilização inter fragmentária com placa TPLO 3,5 mm (parafusos com bloqueio e parafuso de compressão dinâmica em distal) e banda de tensão, **D.** Imagens radiográficas do pós cirúrgico imediato nas projeções médio-lateral e pósterio-anterior mostrando total compressão entre os fragmentos, **E** e **F.** cr: face cranial da tíbia; ca: face caudal da tíbia, AG: afastador de Gelpi..... 107

**Figura 4.** Presença de linha de fratura em fragmento distal, em imagem radiográfica de pós- operatório imediato com CCWO baseado no CORA com fixação de placa de TPLO com bloqueio e banda de tensão em crista da tíbia, com pino e fio de cerclagem. Projeção pósterio- anterior, **A**; e médio-lateral **B** ..... 121

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 1

Pág.

**Tabela 1** - Dados referentes às radiografias de 19 tíbias de cães quanto à determinação do APT, avaliando-se o posicionamento da cunha da CCWO baseado no método do CORA - Recife – 2019..... 81

**Tabela 2** - Valores de diferentes APT encontrados em relação ao alinhamento dos fragmentos, pelas corticais craniais, pelo encontro dos eixos anatômicos e pelas corticais caudais, de uma cunha com ângulo equivalente a 5° menor que o APT (inicial) pela técnica de CCWO – CORA, com planejamento e ‘corte’ através de software *vPOP PRO* - Recife – 2019..... 85

**Tabela 3** - Valores dos APT encontrados em relação à altura do posicionamento da cunha, pela técnica da CCWO – CORA; mais elevada (5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar) e mais distal, em nível da proeminência distal da tuberosidade da tíbia, na qual a cunha teria um ângulo equivalente a 5° menor que o APT (inicial), e teve o ‘corte’ da cunha em software *vPOP PRO*- Recife – 2019..... 86

**Tabela 4** - Comprimento ósseo da tíbia de cães com planejamento da CCWO utilizando o CORA, mensurados em três locais de medição, tendo nestes locais o centro do tálo como ponto em comum, no planejamento antes e após ‘corte’ da cunha com alinhamento dos ‘fragmentos’ pelas corticais cranial, feitos em software *vPOP PRO*. Medidas através da imagem radiográfica na projeção médio-lateral - Recife – 2019..... 88

### ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 2

**Tabela 1-** Resultados das medidas geométricas obtidas na análise das radiografias dos 15 joelhos operados pelo método do CCWO com cunha situada pelo método do CORA– Recife – 2019..... 113

## LISTA DE QUADROS

### REVISÃO DA LITERATURA

Pág.

**Quadro 1** - Características clínicas dos graus de claudicação para classificar o uso do membro pélvico de cães com ruptura de ligamento cruzado cranial na consulta clínica e após serem submetidos à CCWO (FERREIRA, 2013).... 30

### ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 2

**Quadro 1** - Características clínicas dos graus de claudicação para classificar o uso do membro pélvico de cães com ruptura de ligamento cruzado cranial na consulta clínica e após serem submetidos à CCWO (FERREIRA, 2013).... 99

**Quadro 2** - Registro dos doze animais operados com o método de planejamento da CCWO e posicionamento da cunha baseado no CORA..... 111

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ACA</b>	Angulation correction axis
<b>ALP</b>	Ângulo do ligamento patelar
<b>APT</b>	APT
<b>A-P</b>	Antero-posterior
<b>b.i.d.</b>	“ <i>bis in die</i> ” (duas vezes ao dia)
<b>CBLO</b>	Cora based leveling osteotomy
<b>CCWO</b>	Closing cranial wedge ostectomy
<b>CrCL</b>	Cranial cruciate ligament
<b>CCWO</b>	Cranial tibial wedge ostectomy
<b>CORA</b>	Center of rotation of angulation
<b>DAD</b>	Doença articular degenerativa
<b>ILCCr</b>	Instabilidade do ligamento cruzado cranial
<b>LP</b>	Ligamento patelar
<b>LCCr</b>	Ligamento cruzado cranial
<b>mm</b>	Milímetro
<b>M-L</b>	Médio-lateral
<b>OA</b>	Osteoartrose
<b>P-A</b>	Postero-anterior
<b>RLCCr</b>	Ruptura de ligamento cruzado cranial
<b>s.i.d.</b>	“ <i>semel in die</i> ” (uma vez ao dia)
<b>t.i.d.</b>	“ <i>ter in die</i> ” (três vezes ao dia)
<b>TPLO</b>	Tibial plateau leveling osteotomy
<b>TTA</b>	Avanço da tuberosidade tibial
<b>TTO</b>	Osteotomia tibial tripla
<b>UFRPE</b>	Universidade Federal Rural de Pernambuco
<b>vPOP</b>	<i>Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning</i>
<b>PRO</b>	

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Pág</b>
<b>PROCEDIMENTOS REALIZADOS NESTA PESQUISA NÃO ENCONTRADOS NA LITERATURA REVISADA.....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>23</b>
Anatomia do joelho .....	23
Anatomia Funcional do LCCr .....	26
Biomecânica .....	26
Etiologia da RLCCr .....	28
Sinais Clínicos .....	29
Avaliação da dor e claudicação .....	30
Osteoartrose na RLCCr .....	31
Diagnóstico .....	31
Tratamento Cirúrgico .....	34
Estabilização do impulso cranial através das osteotomias corretivas da tíbia no tratamento da RLCCr .....	34
CORA – Conceitos .....	35
PALEY – Osteotomias baseadas no CORA .....	36
Fundamentos para utilização do CORA para nivelar o APT .....	37
Osteotomias apendiculares baseadas no CORA .....	38
Osteotomias baseadas no CORA para RLCCr .....	39
Objetivo da CCWO .....	41
APT alcançado para nivelamento e estabilização da tíbia .....	42
Localização e ângulo da cunha e alinhamento dos fragmentos após ostectomia na CCWO .....	43
Lesão meniscal associada à RLCCr .....	48
Complicações associadas à CCWO e TPLO .....	49
Placas para TPLO .....	50
Seleção dos implantes para CCWO .....	51
Compressão dinâmica dos fragmentos .....	52
Fio de cerclagem em banda de tensão .....	52
Ângulo do parafuso proximal .....	53
Consolidação óssea .....	54
Consolidação óssea na CBLO e CCWO .....	56
Pinça de Weber .....	57
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 1 .....</b>	<b>68</b>
<b>ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 2 .....</b>	<b>92</b>
<b>APENDICE A .....</b>	<b>125</b>
<b>APENDICE B .....</b>	<b>126</b>

## **PROCEDIMENTOS REALIZADOS NESTA PESQUISA NÃO ENCONTRADOS NA LITERATURA REVISADA**

Planejar a CCWO com v POP PRO – veterinary Preoperative Orthopaedic Planning;

Utilizar o método do centro de rotação angular (CORA) para situar onde resseccionar a cunha na CCWO

Executar os procedimentos necessários à CCWO baseado em seis medidas de localização;

Verificação pré-cirúrgica, por comparação em negatoscópio, a relação entre a placa e a radiografia impressa em tamanho real, para averiguar necessidade de modelamento prévio da placa e o local que esta seria situada na tíbia na CCWO, para que os parafusos não adentrassem à articulação ou à linha de osteotomia e que todos eles sobressaíssem da cortical “Trans”;

Dissecação sistemática sem solução de continuidade do conjunto: remanescente do “pes anserinus”- perióstio da crista tibial - músculo tibial cranial e sua aponeurose para usá-los durante a fase da síntese da CCWO, como ponto de ancoragem do “*pes anserinus*”;

Efetuar compressão sequencial interfragmentaria da linha de osteotomia da CCWO mediante pinça de Weber, banda de tensão, placa de osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) bloqueada com sistema de compressão dinâmica e aperto final da banda de tensão.



## INTRODUÇÃO

Os pacientes com lesões ortopédicas têm importância relevante dentro da clínica médica de caninos e as lesões articulares estão entre as principais queixas. A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr), com comprometimento ou não dos meniscos, é uma das afecções mais comuns no membro pélvico de cães, sendo uma das principais causas de claudicação (BEZERRA, et al., 2013).

A ruptura dos ligamentos cruzados pode ocorrer em cães de qualquer idade, sexo ou raça. Embora a maior parte dos animais acometidos seja de grande porte e de temperamento ativo (FERRIGNO, et al., 2012), também ocorre por desuso e sedentarismo (MOORE, et al., 1995), pois ambos estão associados à maior força e carga sobre o membro.

A instabilidade na articulação do joelho, causada pela RLCCr, resulta em claudicação e alterações articulares secundárias, necessitando de diagnóstico e tratamento rápidos, no intuito de minimizar a progressão da doença articular degenerativa (JUNIOR, et al., 2007).

A RLCCr é uma causa comum de doença degenerativa da articulação do joelho em cães adultos e pode estar associada a traumas, mecanismos imunomediados, degeneração relacionada à obesidade e anormalidades conformacionais como luxação patelar e fossa intercondilar estreita, entre outras. Ainda hoje a etiologia da doença é pouco compreendida em sua totalidade, de modo que cada paciente deve ser considerado um indivíduo com uma quantidade de risco inato, em que variáveis ambientais podem influenciar no desenvolvimento da doença (GUÉNÉRO, 2010; MUIR, 2018).

A ruptura do ligamento cruzado cranial pode estar relacionada às funções que o ligamento cruzado cranial exerce, tais como restrição da rotação interna da tíbia, do movimento cranial da tíbia em relação ao fêmur e hiperextensão do joelho. Quando há RLCCr a articulação do joelho apresenta grande instabilidade e esse mecanismo tem, por consequência, o desenvolvimento e a progressão da doença articular degenerativa (DAD). A progressão da DAD pode ser minimizada pela intervenção cirúrgica (MUIR, et al., 2010; KOWALESKI, et al., 2018).

A RLCCr é uma das principais causas de osteoartrose em cães e se caracteriza por degeneração articular e remodelamento anormal dos tecidos, além da dor crônica, claudicação, crepitação e edema. A instabilidade causada pela ruptura parcial ou total do ligamento cruzado cranial provoca dor e inflamação da articulação, resultando em alterações patológicas como lesões meniscais, osteoartrite e fibrose articular (PRADA, et al., 2018).

Os sinais clínicos da RLCCr envolvem claudicação intermitente e exacerbada com atividades físicas, dor, hipotrofia da musculatura do membro envolvido ou crepitação no local (BEZERRA, et al., 2013). A história clínica, as detecções da gaveta craniana bem como o teste de compressão tibial durante o exame ortopédico, continuam a ser uma parte fundamental no diagnóstico de pacientes com doença RLCCr. O teste de sentar também é um achado comum nessa condição, em que o paciente coloca a perna afetada projetada para um lado, mesmo ao deitar (PIERMATTEI e JOHNSON, 2014; FOSSUM, 2019).

Os exames complementares para confirmar os achados clínicos são principalmente os de imagem. Na avaliação radiográfica, os achados típicos são geralmente osteoartrite, perda ou desbotamento da sombra do corpo adiposo infrapatelar devido à opacidade dos tecidos moles na incidência médio-lateral. Esse achado é consistente com um aumento no volume sinovial, que é sugestivo de derrame articular ou edema do corpo adiposo infrapatelar. Observa-se também, na maioria das vezes, o deslocamento cranial da epífise da tíbia em relação ao fêmur (JOHNSTON e TOBIAS, 2018).

A articulação do joelho é classificada como um sistema articular complexo envolvendo forças anatômicas passivas e ativas mediadas pelos músculos flexores e forças passivas através dos meniscos e ligamentos cruzados. (JOHNSTON e TOBIAS, 2018; MUIR, 2018). Biomecanicamente, foram descritos um modelo bidimensional tradicional e um modelo ativo tridimensional onde se descrevem seis graus de liberdade que permitem movimentos em três planos. Este último modelo permitiu um melhor entendimento do funcionamento dessa articulação, o que gerou múltiplas técnicas cirúrgicas, a partir dele, com excelentes resultados. (MUIR, 2018).

O tratamento para RLCCr pode ser cirúrgico ou conservador. A cirurgia envolve

técnicas intra ou extra capsulares e aquelas periarticulares, com osteotomias (TTA, TPLO, CCWO, combinados TPLO e CCWO, CBLO, TTO, PTIO e osteotomia tipo designer da empresa Chevron) (KIM, et al., 2008; MARQUES et al., 2014; KOWALEWSKI et al., 2018). Quando há RLCCr a articulação do joelho apresenta grande instabilidade, e esse mecanismo tem por consequência o desenvolvimento e progressão da DAD. A progressão da DAD pode ser minimizada pela intervenção cirúrgica (MUIR, et al., 2010; KOWALESKI, et al., 2018).

Para a realização do planejamento cirúrgico, foi desenvolvido, por especialistas em cirurgia e designers, o software vPOP PRO. Este trouxe para o planejamento uma forma mais prática, rápida e confiável de execução. Neste programa tem-se a possibilidade de trabalhar com imagens radiográficas, em tamanho real, por meio de ferramentas de calibração de imagem. Tem-se também *templates* de várias marcas que produzem implantes ortopédicos e suas imagens são disponibilizados no programa em tamanho real de acordo com a calibragem das imagens (vPOP PRO, 2021).

Os procedimentos de estabilização periarticulares têm como objetivos nivelar o platô tibial, deixando-o perpendicular ao ligamento patelar, ou alterar o ângulo do ligamento patelar para que fique perpendicular ao platô tibial. Assim, a modificação biomecânica elimina o impulso cranial da tíbia durante a locomoção. O nivelamento do platô tibial reduz a magnitude da força de impulso tibial cranial, permitindo recuperar a estabilidade da articulação do joelho ao estar em extensão durante a fase de apoio da marcha (SANTOSCOY, 2008; GRIFFON, 2010; JOHNSTON e TOBIAS, 2018)

A escolha da técnica cirúrgica varia segundo conformação do animal e preferência do cirurgião. A CCWO foi a primeira osteotomia corretiva para cães que surgiu, em 1984, para promover uma alteração da geometria óssea tibial proximal, eliminando o avanço cranial da epífise tibial, que ocorre no rompimento deste ligamento, alterando a relação entre o ângulo de platô tibial (APT) e o ligamento patelar, neutralizando a força de cisalhamento femorotibial cranial, que é lesiva para as estruturas articulares (KIM, et al., 2008).

A solução proposta por Slocum e Devine (1984) para cães com RLCCr, foi modificar a anatomia da articulação com o objetivo de estabilizá-la. Os autores

defenderam uma abordagem terapêutica que diminuísse a inclinação do platô tibial, através de uma osteotomia em cunha cranial. Modificando o ângulo do platô diminuiria o avanço cranial da tíbia durante o apoio do peso. A vantagem das técnicas de osteotomia periarticulares é corrigir o deslocamento tibial sem a ajuda do LCCr ou de seus substitutos (VEZZONI, 2004).

A técnica de CCWO objetiva eliminar o impulso cranial da tíbia, mediante redução do ângulo do platô tibial (APT), proporcionando estabilidade funcional durante a fase de apoio na marcha e pode ser usada para nivelar o platô de qualquer tíbia. Isso se aplica primariamente aos cães que têm um APT excessivamente íngreme, embora possa ser utilizada também se houver deformidades associadas em varo, valgo ou rotação tibial. Esse é o motivo por que continua a ser empregada por alguns cirurgiões, particularmente em situações em que utilizar outra técnica pode ter um risco aumentado de complicações (ROE, 2018). No entanto, pode levar a algum encurtamento da tíbia (WALLACE, et al. 2011; KOWALESKY, et al. 2018) e, por ser uma osteotomia completa da diáfise da tíbia, é potencialmente mais susceptível a falhas de fixação do implante (ROE, 2018). Para reduzir o deslocamento do eixo funcional, a osteotomia é movida o mais proximal possível (ROE, 2018; SCHAEFER, 2018).

A CCWO possibilitando encurtamento ósseo levou a sua substituição por outras mais recentes. Uma destas é a CBLO, que tem como referência o uso do conceito do centro de rotação angular (CORA) para centralizar a osteotomia curvilínea e alinhar os eixos, sem atingir a epífise proximal (RASKE, et al., 2013).

A técnica para estabilizar a articulação do joelho proposta por Piras e Dunlop, (2012); Raske e Hulse, (2012) e Raske, et al., (2013), é baseada em um método de osteotomia determinado pelo Centro de Rotação Angular (CORA – sigla em inglês “*center of rotation of angulation*”), conhecido como osteotomia de nivelamento baseada no CORA (CBLO – sigla em inglês “*cora based leveling osteotomy*”), que consiste em uma osteotomia curvilínea alinhando os eixos anatômicos tibiais. A osteotomia de nivelamento anatômico baseado em CORA baseia-se nos princípios de correção da deformidade e na metodologia do CORA, conforme descrito por Paley (2002). O cruzamento entre os eixos anatômico proximal e distal ósseos determina um ponto chamado de CORA anatômico. Ele serve como referência para

situar a osteotomia, permitindo maior exatidão na cirurgia, e tem como finalidade evitar o movimento de gaveta cranial da tíbia proximal na correção do APT (RASKE, et al., 2013). Em 2018, Bruecker propõe também usar o método do CORA para situar a osteotomia na TPLO, porém resultando num corte ósseo mais distal.

Diante da grande quantidade de cães acometidos pela doença, o objetivo deste trabalho foi desenvolver modificações na CCWO, que trouxessem melhorias nos resultados existentes utilizando, entre outros, o uso do método do CORA para situar a osteotomia, executar os procedimentos de osteotomia e posicionamento da placa baseado em seis medidas de localização e efetuar compressão interfragmentaria mediante pinça de Weber, banda de tensão e placa de osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) bloqueada, geradora de compressão dinâmica. Para tal, realizaram-se avaliações gráficas em radiografias de tíbias de animais sem a afecção e logo aplicação da técnica modificada em cães com a afecção.

## REVISÃO DA LITERATURA

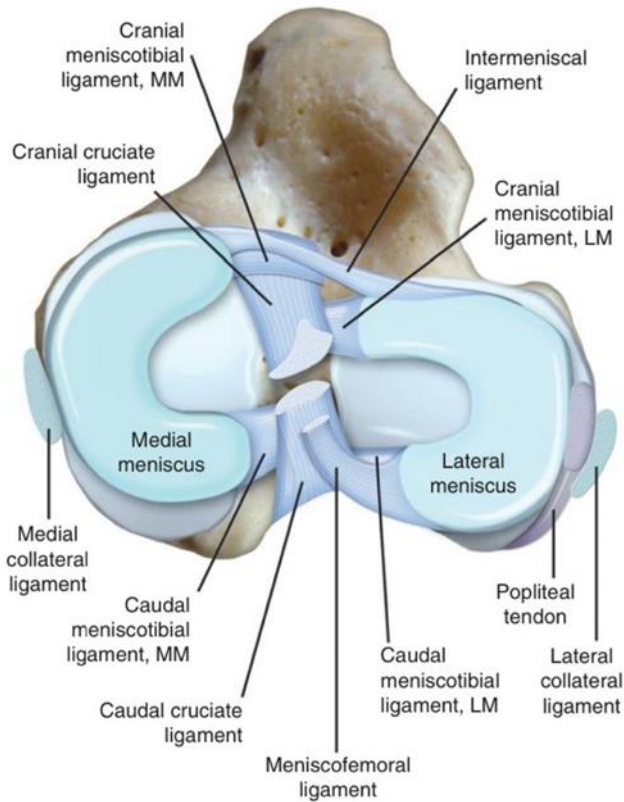
### Anatomia do joelho

De acordo com Johnston e Tobias (2018) O joelho é classificado como uma articulação sinovial condilar complexa devido à separação de suas superfícies articulares pelos meniscos, que são fibrocartilagens intra-articulares. É a principal articulação de sustentação de peso. Quatro são os ligamentos femorotibiais na articulação do joelho que fornecem suporte ligamentar primário: dois são os ligamentos colaterais e dois são os ligamentos cruzados (Figura 1). O ligamento cruzado cranial é composto por fibras de colágeno dispostas em fascículos orientados longitudinalmente. Origina-se da face medial do côndilo lateral do fêmur e se estende disto cranialmente para se juntar à porção intercondilar cranial do platô tibial, caudal à inserção cranial do menisco medial. Sua irrigação é principalmente extra ligamentar, por vasos que derivam das artérias geniculares medial e lateral. É innervado por terminações aferentes mecanorreceptoras que funcionam como um mecanismo de “feedback” proprioceptivo o qual impede a flexão e a extensão excessivas do joelho, gerando estimulação e relaxamento dos grupos musculares que sustentam a articulação. Conjuntamente, existe o ligamento menisco femoral (Figura 1) que é a única junção femoral dos meniscos. Ele passa do ângulo axial caudal do menisco lateral, dorsalmente, até a parte do côndilo femoral medial que fica de frente para a fossa intercondilar e cuja função é interligar a superfície medial do côndilo femoral medial ao corno caudal do menisco lateral, que está firmemente preso à fossa intercondilar caudal tibial do fêmur (MUIR, 2018).

A articulação do joelho é uma das mais complexas do cão, sendo o ligamento cruzado cranial (LCCr) de grande importância por conferir grande parte da estabilidade dessa articulação (MARQUES, et al., 2014). Isto é obtido coadjuvado pela congruência óssea, pela sustentação dos músculos e tendões que circundam a articulação e sustentação dos ligamentos e cápsulas articulares (SANTOS, et al. 2013).

Os ligamentos cruzados estão fixados ao fêmur e à tíbia através das fibras de colágeno ligamentares que se entrelaçam com as do osso adjacente, mediadas por uma zona transitória de fibrocartilagem, permitindo a mudança gradual na rigidez e impedindo a concentração do esforço e tensão no local de inserção. Os vasos

sanguíneos e nervos da articulação do joelho localizam-se no interior das membranas interfasciculares (SANTOS, et al. 2013).



**Figura 1.** Meniscos e ligamentos do joelho, face dorsal da epífise tibial. (KOWALESKY, et al. 2018)

Os ligamentos colateral medial, colateral lateral, cruzado cranial e cruzado caudal proporcionam estabilidade à articulação femoro-tíbio-patelar. O LCCr é dividido em dois componentes funcionais, a faixa craniomedial e a faixa caudolateral, os quais se inserem em diferentes pontos craniais no platô tibial. A faixa craniomedial permanece tensa em todas as fases de extensão e flexão, enquanto que a faixa caudolateral permanece tensa em extensão e frouxa em flexão (SANTOS, et al. 2013).

No espaço articular femorotibial está localizado dois meniscos compostos de fibrocartilagem, que estão dispostos de forma lateral e medial. A função dos meniscos é sustentar cargas, proporcionar estabilidade rotacional e lubrificação da

articulação, além de manutenção da congruência das superfícies articulares (BEALE, 2007).

O menisco medial apresenta maior predisposição a ser lesionado na RLCCr, devido à forte ligação com a tíbia através do ligamento colateral medial e do ligamento menisco tibial cranial. Estes ligamentos, por meio da cápsula articular, podem limitar o intervalo das excursões do menisco medial, em comparação com os do menisco lateral e, portanto, pode ser um fator para determinar a incidência de lesões (DYCE, et al. 2018).

O membro pélvico é inervado de forma sensitiva, motora e autonômica através de uma rede de nervos. Essas redes se originam nos ramos ventrais dos nervos espinhais lombares e sacros. Nos nervos articulares estão incluídas fibras proprioceptivas, fibras nociceptoras, fibras eferentes viscerais simpáticas e fibras aferentes viscerais, relacionadas as funções vasomotoras ou vasosensoriais, respectivamente (MILLER, 2013).

De acordo com Dellon (2014), na articulação do joelho humano pode-se observar a inervação no aspecto medial pelo nervo femoral que inerva o vasto medial. O nervo e os vasos continuam diretamente adjacente ao vasto medial, superficialmente à sinóvia. As fibras nervosas também continuam em direção à linha média do joelho para inervar a superfície inferior da patela. Na face lateral, um ramo do nervo ciático, o nervo retinacular lateral sai da fossa poplíteia para emergir profundamente ao tendão do bíceps no espaço abaixo do retináculo lateral. Outra fonte de inervação é derivada do nervo femoral, inervando os tecidos pré-patelares e os ramos ciáticos que inervam a cápsula articular do joelho.

Nos cães, a articulação do joelho é medialmente inervada pelo nervo articular medial (ramificação do nervo safeno), atingindo as faces medial, anteromedial e posteromedial da cápsula articular, ligamentos cruzados cranial e caudal e corno posterior do menisco lateral. No terço distal da coxa pode-se bloquear de forma seletiva, o nervo articular medial, uma ramificação responsável pela inervação sensitiva do joelho (PORTELA, et al. 2018).



## **Anatomia Funcional do LCCr**

O ligamento cruzado cranial é o estabilizador passivo primário da articulação do joelho e em conjunto com o ligamento cruzado caudal, limita o movimento de deslocamento tibial cranial, a rotação interna da tibia e a hiperextensão da articulação (MARQUES, et al., 2014).

Os dois componentes do LCCr não são isométricos e a principal diferença é o alongamento do craniomedial e o encurtamento do componente caudolateral durante a flexão. O primeiro é o maior contribuinte para a estabilidade craniocaudal da flexão articular, enquanto o último só contribui quando a faixa craniomedial está danificada ou severamente esticada. Com a articulação em extensão, ambos componentes apresentam tensão e limitam a translocação craniana da tibia em relação ao fêmur. A hiperextensão é evitada pela tensão dos ligamentos cruzados, onde o LCCr age como a contenção primária (MUIR, 2018).

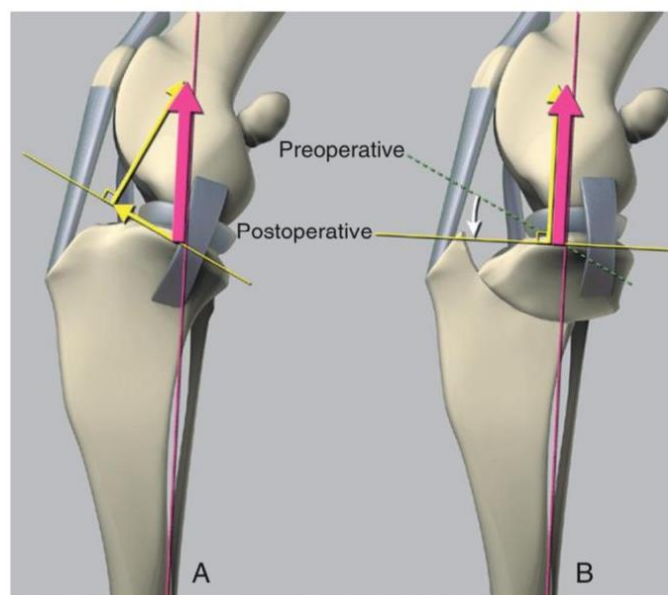
## **Biomecânica**

O LCCr limita a rotação interna da tibia, restringe o movimento cranial da tibia em relação ao fêmur e impede que haja hiperextensão do joelho (DeCAMP et al., 2016; KOWALESKI, et al., 2018). As alterações biomecânicas que ocorrem na articulação femorotibial após a ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) levam ao desenvolvimento de osteoartrite e lesões meniscais, que podem gerar um quadro de claudicação e dor (KOWALESKI et al., 2018).

A articulação do joelho permite o movimento em três planos. Quando o cão caminha produz uma força compressiva entre o membro e o solo, que cria uma compressão e impulso cranial tibial. O impulso tibial cranial resulta de uma força ativa criada pela carga de peso mais a compressão muscular do platô tibial contra a base dos côndilos femorais. Esta força é equilibrada com a tração dos músculos flexores do joelho, que são componentes ativos, sendo o ligamento cruzado cranial e o menisco medial os componentes passivos. Os músculos isquiotibiais semitendíneo, semimembranoso e o bíceps femoral fornecem a força ativa que puxa a tibia proximal caudalmente. Quando essa força é insuficiente para impedir a translação, restrições passivas a criam. A quantidade de compressão tibial é variável porque a quantidade de força gerada no apoio no solo pelo cão varia dependendo

da atividade. O impulso tibial cranial pode ser controlado alterando a inclinação do platô tibial (Figura 2) (Muir, 2018).

Em cães, a dinâmica da instabilidade em joelhos com instabilidade do ligamento cruzado cranial foi primeiramente descrita em 1978, por Henderson e Milton, quando foi proposta a compressão tibial como um teste diagnóstico para a avaliação da integridade do LCCr. A translação tibial cranial é o resultado da inclinação do platô tibial em ângulo com forças compressivas axiais. A compressão axial do membro gera uma força de compressão na articulação. Este mecanismo resulta em dois componentes ortogonais, um perpendicular e um paralelo ao platô tibial. Se o ângulo do platô for reduzido à zero a força articular compressiva e a força resultante se tornam a mesma. Na prática clínica o APT não é reduzido a zero grau, mas a aproximadamente cinco graus (Figura 2) (SLOCUM e SLOCUM, 1993; BOUDRIEAU, 2009; KOWALESKI et al., 2018).



**Figura 2.** Representação esquemática das forças que atuam no joelho, de acordo com Slocum; Slocum (1993), antes (A) e após a TPLO. A seta rosa indica a força compressiva resultante através do joelho que é paralela ao eixo da tibia. Usando com base a inclinação do platô tibial a força resultante pode ser dividida em dois componentes ortogonais (setas amarelas) uma perpendicular e outra paralela ao platô tibial. Quando o ângulo do platô é reduzido à zero, o vetor de translação cranial se torna inexistente, levando a força de compressão tibial e a força resultante se tornarem a mesma (KOWALESKY, et al. 2018).

## **Etiologia de RLCCr**

As lesões ao LCCr podem ser por avulsão de suas regiões de fixação no fêmur ou na tíbia, traumas agudos secundários a movimentos excessivos, assim como degeneração progressiva de causa desconhecida, levando a ruptura completa ou incompleta (KOWALESKI, et al. 2018). Pacientes com lesões incompletas podem demonstrar pouca ou nenhuma instabilidade do joelho. Pacientes não tratados demonstram alterações degenerativas em poucas semanas e alterações severas em alguns meses (DeCAMP, et al., 2016).

A ruptura do ligamento cruzado cranial é um reflexo de sua função como estrutura que limita o movimento articular. Pode ocorrer de forma aguda associada a um evento traumático devido a um movimento violento de rotação interna do membro. O mecanismo da lesão ainda é pouco entendido, mas em alguns casos onde existe brusca rotação interna com a articulação em flexão de 20° a 50° ou quando há grande hiperextensão do joelho, o ligamento pode ser lesionado (DeCAMP, et al., 2016). No entanto, essa afecção é considerada o desenlace final de uma doença crônica e progressiva, que resulta em eventual ruptura da LCCr (JOHNSTON e TOBIAS, 2018). Deduz-se que, por se tratar de uma condição de ocorrência principalmente de cães grandes de meia-idade (com uma faixa de 1 a 4 anos), há uma maior associação de peso, uma vez que experimentam uma maior carga em suas extremidades (JOHNSTON e TOBIAS, 2018; MUIR, 2018). Vários fatores epidemiológicos foram identificados, sendo a raça o mais importante para o aparecimento da doença.

Trauma nem sempre é considerado o gatilho inicial (MUIR, 2018). Vários estudos relataram uma prevalência maior em fêmeas precocemente esterilizadas em comparação com macho castrado (TAYLOR, et al. 2015). Os hormônios sexuais, de maneiras muito diversas, durante o crescimento do esqueleto, alteram a espessura da fise, a velocidade e a magnitude do crescimento. Vários estudos relataram um aumento da prevalência de RLCCr em fêmeas castradas, enquanto outros relataram nenhuma diferença significativa, ou um risco aumentado em machos (BAKER e MUIR, 2018).

Anormalidades conformacionais têm sido estudadas como fatores predisponentes, como fossa intercondilar estreita, APT excessivo, angulação cranial

tibial proximal, torção femoral distal, largura tibial proximal relativamente pequena, sendo sugerido que poderiam aumentar a tensão do LCCr, embora não haja evidências definitivas de um fator causal primário. Não existe uma combinação única de fatores de risco que, invariavelmente, leva à degeneração do ligamento e eventual ruptura. (OSMOND, et al., 2006; GUÉNÉGO, et al., 2017; MUIR, 2018).

A RLCCr está associada à presença de uma enfermidade articular inflamatória crônica (luxação patelar; sinovite plasmocítica), além de mau alinhamento articular e instabilidade causada por desvios angulares, displasia coxofemoral e caminhar em piso liso. A RLCCr pode acometer qualquer raça e idade, mas os animais de grande porte (acima de 20 Kg) apresentam maior predisposição. Observa-se maior acometimento em fêmeas e maior incidência no membro esquerdo com 58,9% dos casos (MARQUES, et al. 2014).

A luxação de patela (LP) está entre as mais comuns anormalidades que acometem o joelho dos cães. A ruptura do ligamento cruzado tem sido observada em cães com LP medial (SOUZA, et al., 2009). A forma crônica da LP é considerada um fator predisponente para ocorrência de RLCCr e a combinação das afecções provoca deficiência significativa, sendo corrigidas com procedimentos cirúrgicos (CHUNG, et al. 2016).

### **Sinais Clínicos**

A RLCCr é um problema comum em cães e, geralmente, avaliado por exame físico. Esta lesão frequentemente se desenvolve sem sinais claros de trauma. Os achados mais comuns são inchaço e instabilidade da articulação. Para avaliar a instabilidade três testes podem ser realizados: teste de gaveta e teste de compressão tibial com ("Pivot Shift") e sem rotação medial da porção distal do membro. A detecção da instabilidade craniocaudal pode ser mascarada por fatores como tensão muscular pela dor ou estresse, efusão articular, lesões meniscais e/ou a fibrose periarticular que se desenvolve em casos crônicos (MUIR, et al., 2010; DeCAMP, et al., 2016; MUIR, 2018; WARNOCK e DUERR, 2020).

O principal sinal clínico de animais com RLCCr é a claudicação com a incapacidade súbita de suportar o peso no membro lesionado e mantê-lo em um ângulo de maior flexão, apoiando somente os dígitos no chão durante o movimento,

devido à dor (MARQUES, et al. 2014). A claudicação também pode ocorrer de forma súbita, quando associada a traumas, ou intermitente com piora progressiva na presença da RLCCr. Além disso, também pode estar presente quando há ruptura parcial, apresentando-se de forma discreta e contínua até ocorrência da ruptura total do ligamento (BEZERRA e BIASI, 2013).

O exame físico revela diferentes graus de atrofia muscular da coxa, crepitação articular por lesão meniscal, redução da amplitude de movimento articular em decorrência da DAD e espessamento medial (“Buttress”) da cápsula articular (SELMI, et al. 2007).

### **Avaliação da dor e claudicação**

A avaliação da dor nos animais envolve vários aspectos, desde biológicos, psíquicos e ambientais de cada indivíduo (LUNA, 2008). Quando se trata da dor em pequenos animais, deve-se perceber que a experiência dolorosa é similar à dos seres humanos, ou seja, toda lesão que possa gerar desconforto no ser humano, pode causar também um estímulo nocivo aos animais de estimação (HORTA, et al., 2014).

A escala funcional proposta por Geels, et al. (2000) para cães com RLCCr é utilizada para avaliação dos graus de claudicação, o suporte do peso do corpo, a disposição para levantar o membro contralateral e a presença de dor acompanhando a evolução antes e após a cirurgia, por meio de um sistema de pontuação, variando de 1 como mínimo a 5 como máximo para cada parâmetro avaliado. Ferreira (2013) propõe escala diferente para avaliar a evolução funcional do cão após cirurgia de RLCCr (Quadro 1).

**Quadro 1** - Características clínicas dos graus de claudicação para classificar o uso do membro pélvico de cães com ruptura de ligamento cruzado cranial na consulta clínica e após serem submetidos à CCWO (FERREIRA, 2013).

<b>Grau</b>	<b>Característica</b>
<b>I</b>	Animal não se mantém em estação.
<b>II</b>	Animal se mantém em estação, porém não apoia o membro acometido.
<b>III</b>	Apoia o membro operado em estação, porém sem colocar carga (sem extensão dos dígitos). Não utiliza ao caminhar.
<b>IV</b>	

---

	Apoia o membro acometido em estação colocando carga (com extensão dos dígitos). Não utiliza ao caminhar.
<b>V</b>	Uso claudicante do membro acometido ao caminhar.
<b>VI</b>	Utiliza o membro acometido ao caminhar, sem claudicação, mas claudica ao trotar.
<b>VII</b>	Utiliza o membro acometido sem qualquer restrição.

---

## **Osteoartrose na RLCCr**

A osteoartrose (OA) é definida como um processo degenerativo articular que acomete articulações diartrodiais. Ela é caracterizada, na maioria dos casos, por evolução lenta (crônica) e tem grande importância clínica. A RLCCr é uma das principais causas da OA do joelho em cães e, geralmente, é secundária a mudanças progressivas, adaptativas e degenerativas articulares. Sinais como dor crônica acompanhada de claudicação em diferentes graus, crepitação e edema da articulação são comuns na presença dessa disfunção (PRADA, et al., 2018).

A OA é comumente observada após lesão do ligamento cruzado cranial e principalmente em animais com peso superior a 15 kg. A instabilidade causada por lesão ligamentar aumenta o deslocamento cranial e diminui a rigidez articular trazendo alterações severas nas articulações acometidas (ROMANO, et al. 2006) como deterioração da cartilagem articular, erosão, replicação anormal de condrócitos, presença de osteófitos, remodelação óssea, alterações no tecido periarticular e inflamação do tipo não purulenta (BOYD, et al., 2007)

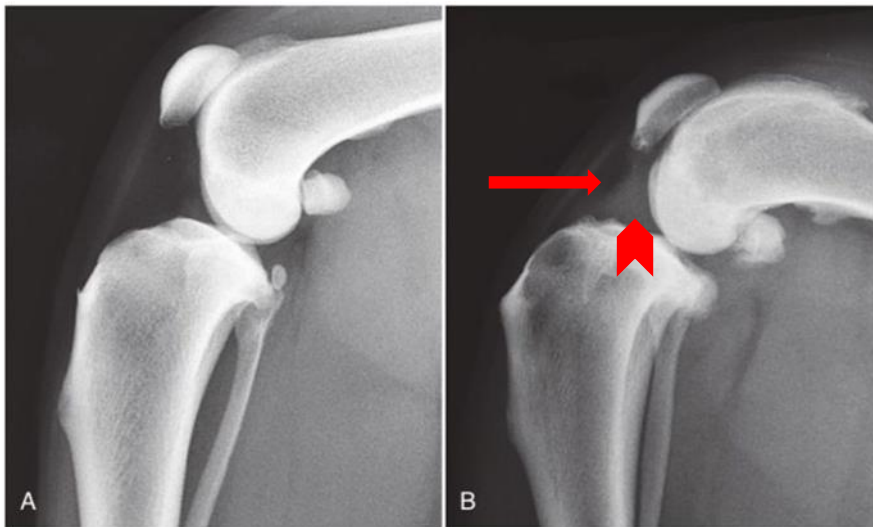
## **Diagnóstico**

Deve ser realizado com base no histórico, exame físico e testes específicos como movimento de gaveta e compressão tibial. Métodos complementares de diagnóstico podem ser utilizados, por exemplo, exame radiográfico, ressonância magnética, ultrassonografia, análise do líquido sinovial e artroscopia (JUNIOR, et al. 2007).

A história clínica, a detecção da gaveta cranial, bem como o teste de compressão tibial durante o exame ortopédico, continuam a ser uma parte fundamental no diagnóstico de pacientes com doença RLCCr. O teste de sentar também é um achado comum nesta condição, em que o paciente se senta e/ou deita com a perna afetada projetada para um lado. Mas esta postura pode também

ser desencadeada por lesões tarsais. Os exames complementares para confirmar os achados clínicos geralmente são os de imagem (MUIR, 2018).

Na avaliação radiográfica, os achados típicos são geralmente osteoartrite, perda ou deslocamento cranial da radioluscência do corpo adiposo infrapatelar, devido ao aumento de líquido sinovial (mais radio-opaco que o tecido adiposo), observado na incidência mediolateral (Figura 3). Pode-se ver também o deslocamento cranial da tíbia em relação ao fêmur (KOWALESKY, et al. 2018).

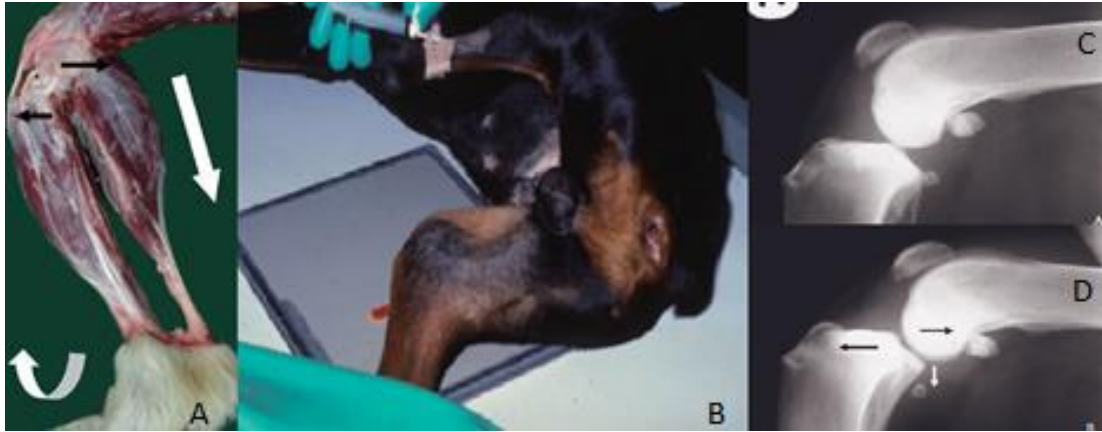


**Figura 3.** Imagem radiográfica médio-lateral de um joelho normal de um Labrador Retriever (A) e imagem médio-lateral de um joelho com ruptura parcial do ligamento cruzado cranial. (B) O corpo adiposo infrapatelar (seta) foi cranialmente comprimido e deslocado pelo líquido sinovial aumentado (cabeça de seta) (KOWALESKY, et al. 2018)

As projeções radiográficas objetivam também determinar o APT (imprescindível nas técnicas cirúrgicas mais indicadas), intensidade de deslocamento cranial da tíbia e grau de osteoartrose. As projeções podem ser realizadas em incidência médio-lateral em duas posições. Na primeira posição, o ângulo é de  $90^\circ$  entre as articulações femorotibiopatelar e tíbiotársica. Na segunda posição, o ângulo é de  $134^\circ$  entre fêmorotibiopatelar e de  $90^\circ$  entre a articulação tíbiotársica (FERRIGNO, et al., 2012).

É indicado realizar as imagens radiográficas do joelho, para complemento diagnóstico em casos de RLCCr, com o auxílio da compressão tibial, que se assemelha com a contração do músculo gastrocnêmio, que ocorre quando há apoio de peso e aumento da carga sobre o LCCr, fazendo com que a tíbia se desloque

cranialmente. A técnica de radiografia sob estresse, baseada na compressão tibial, tem sido realizada para aumentar a confiabilidade da avaliação clínica de instabilidade do joelho (Figura 4) (BREE, et al., 2010).



**Figura 4.** Correto posicionamento para realização de radiografia do joelho sob estresse pela técnica de compressão tibial. A: Se o LCCr estiver rompido a tibia se projetará cranialmente em relação ao fêmur (setas pretas) pela tensão do músculo gastrocnêmio (seta branca reta) na flexão do tarso (seta branca curvada). B: Posicionamento do paciente em decúbito lateral para obtenção de radiografia com compressão tibial. O exame é realizado com a articulação do joelho flexionada em 90 graus. Os côndilos femorais devem aparecer na imagem perfeitamente sobrepostos. C: Imagem radiográfica do joelho em posição neutra. D: Imagem radiográfica do joelho com compressão tibial. Devido a flexão do tarso ocorre deslocamento caudal do fêmur em relação ao platô tibial (setas pretas). Também se observa deslocamento ventral do sesamóide do músculo poplíteo (seta branca). (BREER, et al. 2010).

Dentre outros exames de imagem não invasivos mais específicos, tem-se a ressonância magnética. A integridade dos meniscos e ligamentos do joelho, podem ser verificados com esta técnica (MUIR, 2018, JOHNSTON e TOBIAS, 2018). O exame ultrassonográfico mostrou alta sensibilidade e especificidade para observação do dano meniscal, servindo também na avaliação do LCCr. A artroscopia é um método minimamente invasivo e de baixa morbidade que permite uma avaliação abrangente da cavidade sinovial e da cartilagem. É considerada uma ferramenta de alta precisão que, além de ser diagnóstica, tem a vantagem de permitir tratar as lesões intra-articulares. (MUIR, 2018; JOHNSTON e TOBIAS, 2018).

### **Tratamento Cirúrgico**

Um grande número de procedimentos cirúrgicos diferentes foi descrito para o



tratamento de RLCCr (KIM, et al., 2008; MARQUES, et al., 2014; KOWALEWSKI, et al., 2018). O que se busca é que o joelho mantenha sua estabilidade e funcionalidade originais. No pós-operatório inicial, a grande maioria das técnicas extra articulares são capazes de manter a congruência articular, mas avaliações subsequentes demonstraram a possibilidade de voltar a apresentar flacidez articular. As técnicas cirúrgicas podem ser classificadas como técnicas intra-capsulares, que são todas aquelas em que um ligamento protético natural ou artificial é utilizado em posição exata ou muito semelhante ao do LCCr. Técnicas extras-capsulares são todas aquelas cujo objetivo final é substituir a função do LCCr com um implante externo à capsula articular e, por último, tem-se as técnicas periarticulares (com osteotomias) modificadoras da biomecânica do joelho, que podem ou não alterar a geometria da articulação, cuja finalidade é eliminar o impulso tibial cranial durante a locomoção (SANTOSCOY, 2008; MARQUES, et al. 2014; MUIR, 2018).

Dentre as técnicas de osteotomias corretivas, destaca-se a técnica de osteotomia de nivelamento do platô tibial (Tibial Plateau Leveling Osteotomy - TPLO) que é tida como padrão ouro para o tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial e, entre as vantagens, pode ser citada a precisão geométrica da rotação do platô, além de manter a anatomia da tuberosidade da tíbia e da articulação fêmoro-patelar (MARQUES, et al., 2014, VEREZ, et al., 2017).

### **Estabilização do impulso cranial através das osteotomias corretivas da tíbia no tratamento da RLCCr**

Em 1984, Slocum e Devine descreveram a atuação de uma força interna gerada no joelho e a denominaram de "impulso tibial cranial". Essa força é gerada durante o suporte de peso. No joelho normal do cão, o LCCr se opõe a essa força; no entanto, quando ele é rompido, há subluxação tibial cranial espontânea durante o apoio do peso no membro afetado. Segundo Korvick, et al. (1994), na fase de apoio do membro a translocação cranial da tíbia chega a 10 – 11mm.

A solução proposta por Slocum e Devine (1984) foi modificar a anatomia da articulação com o objetivo de estabilizá-la. Os autores defenderam uma abordagem terapêutica que diminuísse a inclinação do platô tibial, através de uma osteotomia em cunha cranial. Reduzindo o ângulo do platô diminuiria o avanço

cranial da tíbia durando o apoio do peso. A vantagem das técnicas periarticulares é corrigir o deslocamento tibial sem a ajuda do LCCr ou seus substitutos (VEZZONI, 2004).

A TPLO tem como objetivo diminuir a inclinação do platô tibial, diminuindo o impulso tibial cranial, estabilizando a articulação do joelho, permitindo assim a detenção da evolução dos fenômenos de osteoartrose, uma rápida recuperação e uso do membro após a cirurgia. É uma técnica com resultados bons a excelentes, que permite uma completa recuperação da função articular, podendo retomar progressivamente a sua atividade normal (ALMEIDA, et al., 2016). Mesmos resultados biomecânicos e funcionais foram atribuídos às técnicas CCWO, TTO e CBLO (KIM, et al., 2008; RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al., 2013; KOWALESKY, et al., 2018; ROE, 2018; PUTAME, et al., 2019).

### **CORA – Conceitos**

O CORA é um método de verificação e mensuração do alinhamento ósseo e suas deformidades angulares. O alinhamento ósseo é analisado através dos eixos ósseos, das linhas articulares e dos ângulos articulares advindos da junção dos eixos com as linhas. Existem dois eixos ósseos, anatômico e mecânico. Enquanto o eixo mecânico sempre é uma reta unindo o centro das articulações das extremidades ósseas, o anatômico pode, conforme curvatura da diáfise óssea, ser formado por mais de uma linha (PALEY, 2002; FOX, et al. 2006)..

O CORA, num osso com deformidade angular, identifica o ápice da angulação e sua medida assinala o quanto deve ser corrigida essa alteração. O CORA é determinado pela junção de duas linhas retas situadas nas partes proximal e distal à deformidade. Por estas retas não estarem alinhadas, formam um ângulo que dá a magnitude do ângulo do CORA. A junção dessas duas linhas é denominada de CORA neutro. A bissetriz ao ângulo maior entre essas duas linhas, representa inúmeros pontos “CORAs”. Os “CORAs” situados do lado convexo do osso são denominados de “CORAs” de abertura. Já os situados do lado côncavo como “CORAs” de fechamento (FOX e TOMLINSON, 2018).

Ao se planejar uma osteotomia de correção angular deve-se determinar a localização do CORA, a localização da osteotomia e o eixo de correção angular (ACA) situado na bissetriz. Um ponto dessa bissetriz será a dobradiça de rotação

dos dois segmentos ósseos após concluída a osteotomia (FOX e TOMLINSON, 2018).

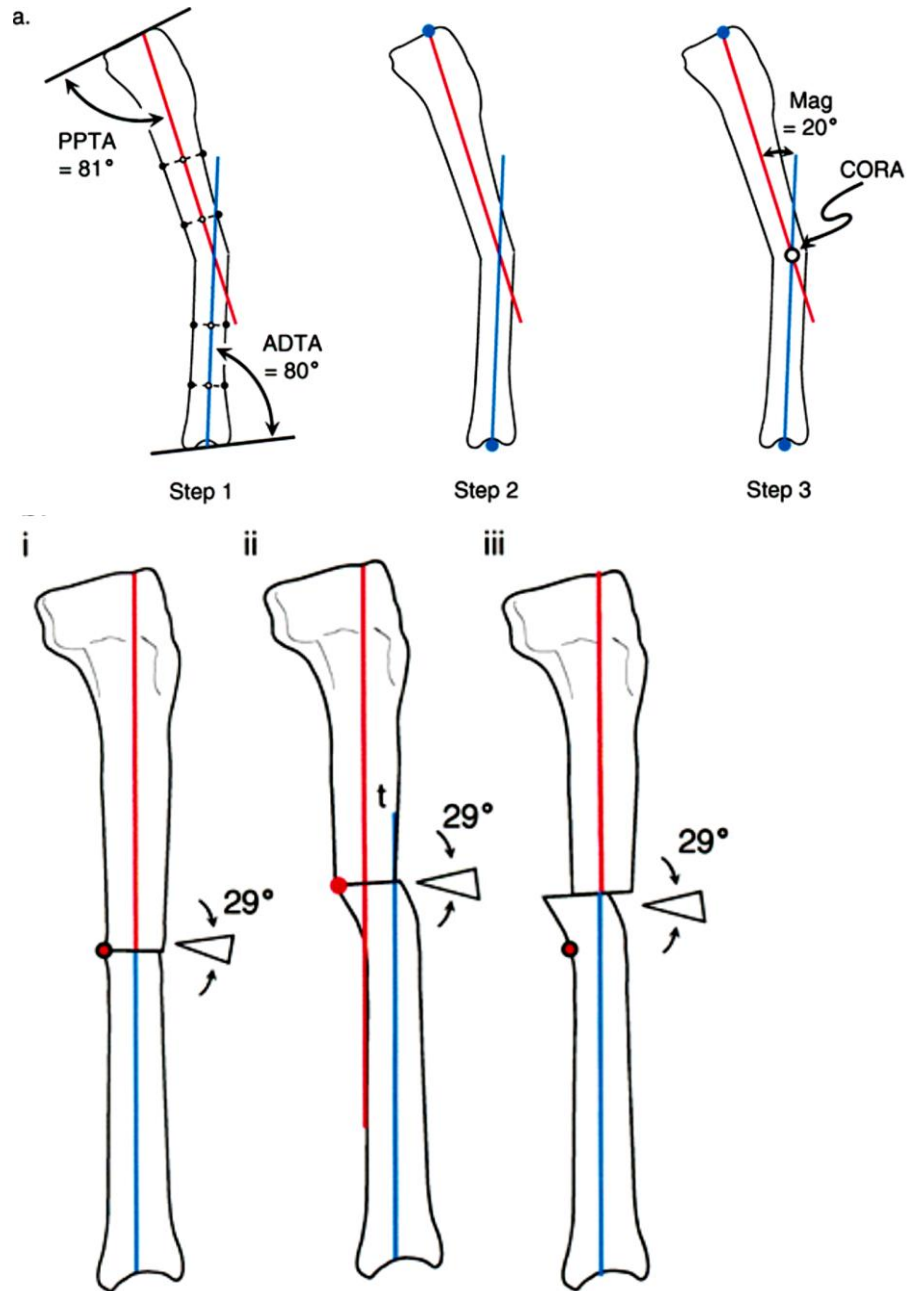
A cunha a ser removida a partir de um CORA de fechamento é confeccionada com duas osteotomias, formando ângulo com vértice no ACA, vértice localizado do lado concavo. Após se remover a cunha óssea, as superfícies dos fragmentos serão perfeitamente colocadas em aposição e fixadas frequentemente com placas e parafusos ortopédicos (KOWALESKY, et al. 2018). A rotação dos fragmentos, um em direção ao outro, para coloca-los em contato, gera encurtamento ósseo (FOX e TOMLINSON, 2018).

### **PALEY – Osteotomias baseadas no CORA**

Alterações nos eixos ósseos e nas linhas dos planos articulares provocam sobrecargas articulares geradoras de osteoartrose, por mudança do trajeto que as cargas ascendem pelos membros e atravessam as articulações. Isto enfatiza a importância de se restaurar a biomecânica e corrigir o eixo mecânico alterado dos ossos (PALEY, 2002).

O método do CORA foi desenvolvido na cirurgia ortopédica pediátrica humana (PALEY, 2002) para o tratamento de deformidades angulares, baseando as osteotomias em princípios geométricos, oferecendo um guia para apropriada correção dessas deformidades e para a localização das osteotomias, independente do osso em questão ou do tipo de implante de fixação (FOX, et al. 2006; FOX e TOMLINSON, 2018).

Paley (2002) propõe que, em deformidades ósseas angulares no plano sagital, a osteotomia tibial seja guiada pelo Centro de Rotação da Angulação (CORA), utilizando-se, posteriormente, para corrigir a deformação tibial, as técnicas de cunha aberta ou fechada ou a técnica da osteotomia radial (Figura 5).



**Figura 5.** Determinação do CORA em deformidades angulares sagitais de tíbia e alinhamento dos eixos anatômicos após ressecção de cunha óssea e aposição dos fragmentos ósseos. (PALEY, 2002)

### Fundamentos para utilização do CORA para nivelar o APT

A verificação artroscópica após a osteotomia curvilínea proximal da TPLO, demonstrou que essa técnica contribui para lesão da cartilagem articular, pois gera um impulso caudal ao inclinar o platô para  $5^\circ$ , além de um deslocamento caudal do

eixo mecânico e focalização da força de esmagamento nas articulações (PIRAS e DUNLOP, 2012). O autor justifica que isso é devido à técnica não se basear no CORA anatômico, conforme cita em sua publicação.

Na TPLO tradicional, como o eixo de correção angular (ACA) não está alinhado com o CORA anatômico, resulta em mau alinhamento dos eixos mecânico e anatômico, translação secundária com deslocamento caudal do eixo de sustentação de peso e um aumento focal na força das articulações. Além disto, a técnica gera um impulso caudal da tíbia. Quando girado o fragmento proximal nos 5° recomendados, há um efeito, em longo prazo, de perda da conformidade das estruturas craniais de suporte, como a almofada de gordura e a cápsula articular. A invasão das estruturas craniais de suporte na superfície articular cranial dos côndilos femorais medial/lateral pode resultar em abrasão da cartilagem articular (PIRAS e DUNLOP, 2012).

A técnica de osteotomia da tíbia proximal foi modificada gerando o surgimento da CBLO, após Fox, et al. (2006) adaptarem a metodologia do CORA para uso em deformações angulares apendiculares de pequenos animais, utilizando o princípio de nivelamento do platô através do CORA (RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al. 2013).

Na tíbia com o LCCr rompido, a osteotomia corretiva por meio da determinação do CORA anatômico, permite a alteração angular na localização adequada, com o objetivo de limitar o impulso cranial tibial. Em 2012, Piras e Dunlop assim como Raske e Hulse, apresentaram uma técnica de osteotomia baseada no CORA (CBLO ou CBTPLO), a qual alinhava o eixo, onde a osteotomia curvilínea não atingia a articulação do joelho, preservando a epífise proximal da tíbia, vindo a ser denominado atualmente de CBLO (PUTAME et al., 2019).

### **Osteotomias apendiculares baseadas no CORA**

Deformações angulares, como varo ou valgo, femoral e tibial, assim com as diversas ocorrendo em rádio/ulna, atualmente vem sendo corrigidas por meio do princípio do CORA (FOX, et al. 2006; FOX, 2018; FOX e TOMLINSON, 2018). Nestas situações, se tem uma angulação anormal a ser corrigida por alinhamento de eixos anatômicos ou mecânicos, mas, por vezes, não se pretende que a junção dos dois eixos tenha sua angulação zerada, já que existe uma normalidade

anatômica de angulação articular. Em cães de raça Labrador o ângulo radial distal lateral anatômico oscila entre 85,1 a 86,9; o ângulo femoral distal lateral anatômico entre 96,5 a 97,7 e o ângulo tibial proximal medial mecânico, oscila de 89,8 a 97,0 (FOX e TOMLINSON, 2018). Devido a isto, as cunhas a serem removidas para atingir a correção da deformidade angular não tem o mesmo angulo do CORA, senão aquele que como resultado final atinja a angulação articular considerada normal pretendida (FOX, 2018, FOX e TOMLINSON, 2018, KOWALESKY et al., 2018). Portanto, analogicamente, sendo que angulações do platô tibial situadas entre 6,5 a 13 graus (PIRAS e DUNLOP, 2012, RASKE et al. 2013) evitariam o deslocamento cranial da tibia, estes valores acima citados podem ser seguidos quando se pretende remover a cunha proximal tibial na CCWO.

### **Osteotomias baseadas no CORA para RLCCr**

A osteotomia de nivelamento do platô tibial baseada em CORA (CBLO) é uma técnica relativamente nova, introduzida em 2012 e 2013 (PIRAS e DUNLOP, 2012; RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al. 2013), que consiste em uma osteotomia radial centrada no ponto CORA, que é definido como a intersecção entre os eixos anatômicos tibial proximal e distal (diafisário) (PIRAS e DUNLOP, 2012; RASKE et al, 2013). Posteriormente, a rotação do segmento tibial proximal visa alinhar os dois eixos citados acima, obtendo um APT pós-operatório entre 7° e 13°, segundo alguns autores (PIRAS e DUNLOP, 2012, RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al., 2013), mas idealmente 10° é preferencialmente buscado. A fixação medial de placa ortopédica combinada com parafusos cirúrgicos canulados é necessária para manter a orientação modificada do segmento tibial proximal (Figura 6).

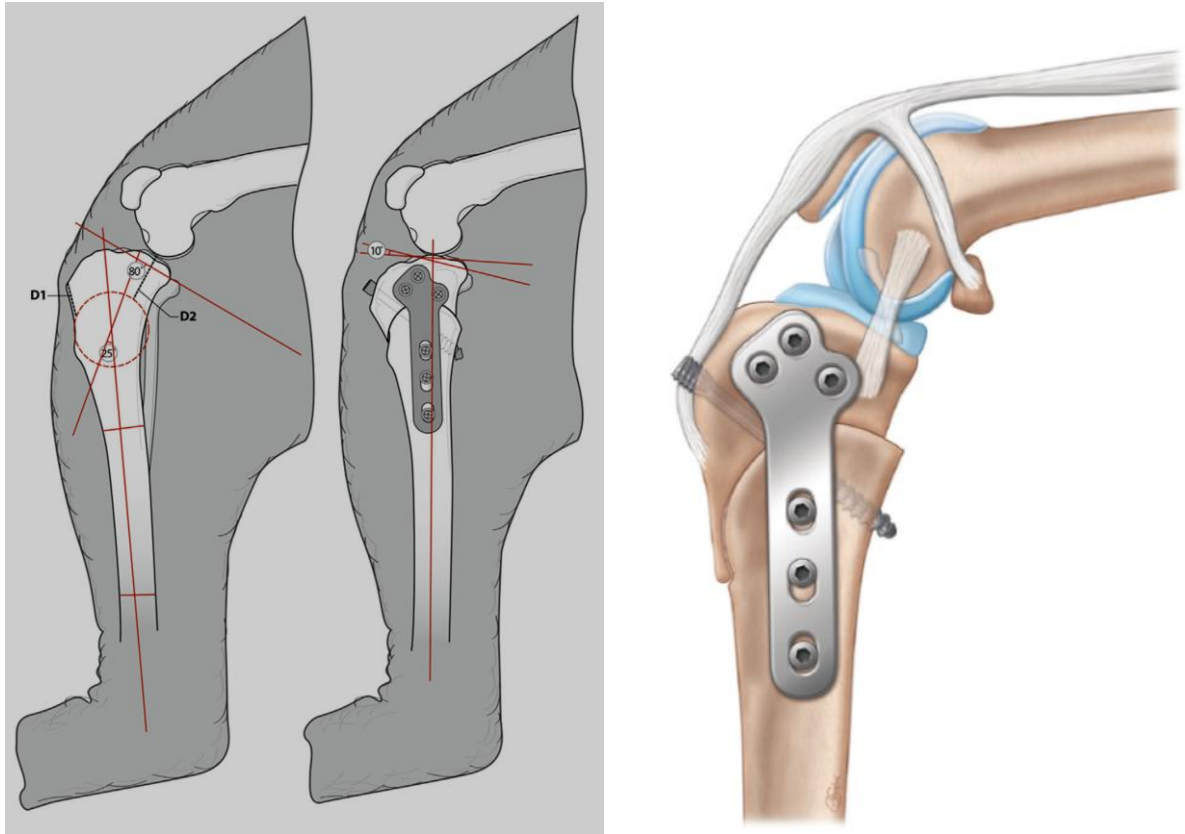


Figura 6. Osteotomia de nivelamento do platô tibial baseada no CORA, ponto geométrico que é determinado pelo encontro entre os eixos anatômicos proximal e distal (Raske, et al. 2013).

A localização ideal da osteotomia é estabelecida por meio da determinação digital do CORA e da bissetriz do eixo de correção angular (ACA) (Figura 6) (RASKE, et al. 2013; HNÍZDO, 2017; PUTAME, et al., 2019;).

Bruecker (2018), modifica a técnica de TPLO para situar a osteotomia radial, em local mais distal, baseado na proposta de Piras e Dunlop, (2012), Raske e Hulse, (2012) e Raske et al (2013), de se usar o CORA na CBLO. O autor determina o ponto do CORA na intersecção dos eixos mecânicos proximal e distal, sendo que, para confecção deste último, utiliza método modificado (Figura 7). Desta forma a osteotomia, centrando a serra copo nesse ponto, fica disposta ventralmente ao CORA. O planejamento objetiva obter APT entre seis (recomendado para TPLO) a 10 graus (recomendado para CBLO). Obtém-se, como vantagens, maior espaço proximal para colocação da placa e poder utilizar em cães com APT maior que 35°.

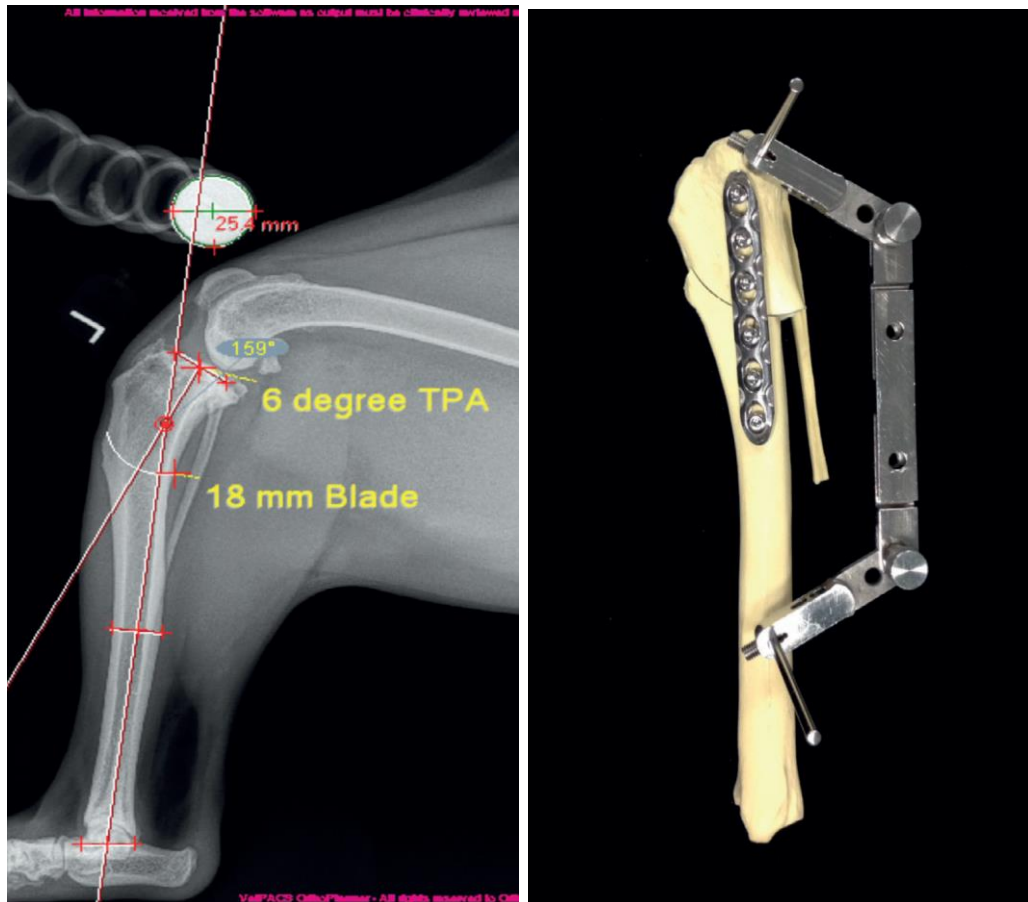


Figura 7. Delineamento dos eixos mecânicos proximal e distal modificados, para localizar o CORA e a partir deste realizar a osteotomia em arco ventral ao mesmo. Fixação do fragmento proximal, com placa óssea, após sua rotação, para redução do APT. (Fonte: Bruecker, 2018)

### Objetivo da CCWO

A técnica da CCWO objetiva eliminar o impulso cranial da tíbia, durante a fase de apoio na marcha, mediante ressecção de cunha óssea, gerando assim nivelamento do platô tibial, proporcionando estabilidade funcional, podendo ser usada para nivelar o platô de qualquer tíbia, inclusive de cães que têm um APT excessivamente íngreme, embora possa ser indicada também se houver deformidades associadas em varo, valgo ou rotação tibial. Esse é o motivo por que continua a ser empregada por alguns cirurgiões, particularmente em situações em que utilizar outra técnica pode ter um risco aumentado de complicações. No entanto, pode levar a algum encurtamento da tíbia (WALLACE et al. 2011; KOWALESKY, et al. 2018) e, por ser uma osteotomia completa da metáfise da tíbia, é potencialmente mais susceptível a falhas de fixação de implante (KOWALESKY et



al. 2018; ROE, 2018).

É importante perceber que existem forças muito fortes atuando para abrir a fenda da osteotomia, e a placa escolhida deve ser capaz de combater essas forças. O fator primário é o nível da osteotomia que, em relação à TPLO, resulta em um fragmento proximal maior. Para reduzir o deslocamento do eixo funcional, a osteotomia deve ser realizada o mais proximal possível (SCHAEFER, 2018).

### **APT alcançado para nivelamento e estabilização da tíbia**

A superfície articular da tíbia proximal é angulada distalmente em relação ao seu eixo mecânico e a magnitude dessa angulação é denominada APT (KOWALESKI et al., 2018).

O APT é encontrado através: 1) da linha do platô tibial - traçada ao longo da superfície articular medial definida cranialmente por um pequeno degrau e caudalmente pela localização da fixação do ligamento cruzado caudal; 2) uma linha ao longo da tíbia, ou eixo funcional (mecânico). O eixo tibial funcional é representado por uma linha traçada das eminências intercondilares ao centro do tálo (PETAZZONI e JAEGER, 2008). O deslocamento cranial do eixo longo da tíbia foi medido como o ângulo entre o eixo tibial longo, no pré-operatório, e o eixo tibial longo, no pós-operatório (BAILEY, et al. 2007).

A média do APT em cães varia entre 23° e 25° (AERTSENS, et al., 2015); entretanto, até 28,3° ainda é considerado dentro da média, de acordo com Kowaleski, et al. (2018). Uma ampla variação de APT, entre 13 e 34°, foi relatada em cães normais, variando de acordo com a raça (AERTSENS, et al., 2015). Ângulos >34° são considerados excessivos e aparecem em um subgrupo menor de cães com RLCCr (DUERR, et al. 2008; KOWALESKI, 2018). Esta inclinação excessiva está frequentemente associada a uma deformidade da tíbia proximal, que resulta em antecurvato tibial proximal (READ e ROBINS, 1982; SELMI e PADILHA FILHO, 2001).

Durante décadas considerou-se como adequado reduzir o APT para aproximadamente 5° e 6,5° (BOUDRIEU, et al, 2009), visando anular o cisalhamento cranial. Bailey, et al. (2007) relataram que alcançaram os resultados esperados com este ângulo na CCWO. Ao longo das aplicações práticas e

avaliações intra-articulares após TPLO, verificou-se que levando a angulações maiores era possível também reduzir o deslocamento cranial da tibia, promovendo a estabilização articular (RASKE, et al. 2013). Portanto, reduzir o APT a 6° não é mais necessário, pois “super corrige” o impulso cranial na rotação (DRYGAS, et al., 2010) e pode provocar um deslocamento caudal da tibia (REIF, et al., 2002). Uma rotação adicional aumenta a tensão no ligamento cruzado caudal (LCCa) (SCHAEFER, 2018). De acordo com avaliação feita por Warzee, et al. (2001), uma rotação de 6,5° para 0° faz aumentar o estiramento do LCCa em  $37,7 \pm 17,4\%$ .

De acordo com Hulse, et al. (2010), mantendo a faixa de inclinação do APT entre 9° e 12°, seria possível prevenir lesões articulares abrasivas, vistas quando se reduz a inclinação para aproximadamente 6° na TPLO. Assim, ainda há discreta translação cranial da tibia, no entanto mantém-se a complacência dos tecidos moles (cápsula articular e almofada de gordura). Posteriormente, Piras e Dunlup (2012) reforçaram que, levando a inclinação tibial para 12° a 13°, ainda se evitam lesões abrasivas na cartilagem articular, por reter uma quantidade limitada de impulso cranial.

### **Localização e ângulo da cunha e alinhamento dos fragmentos após osteotomia na CCWO**

Diferentes geometrias da cunha na CCWO tem sido descritas. Na CCWO original a cunha era situada na parte distal da crista tibial, com o lado distal dessa perpendicular ao eixo tibial sagital, o que ocasionava assimetria entre os fragmentos, que ao se alinhar eles por uma das corticais, na outra haveria desencontro delas (OXLEY, 2022).

Não existe uma localização padronizada para o posicionamento da osteotomia da cunha na CCWO. Para planejar a CCWO, recomenda-se fazê-lo de forma digital, usando alguns dos pacotes de software de planejamento, disponíveis para aquisição, que permitem o corte e o reposicionamento de fragmentos da imagem radiográfica da tibia. Esse processo também pode se realizado imprimindo em papel a imagem da radiografia medial da tibia, desenhando a cunha pretendida no local previsto, removendo a cunha com tesoura e reposicionando os fragmentos para simular a redução do APT e o deslocamento cranial do eixo funcional. Além disso, no caso de o APT final não ser apropriado, o tamanho da

cunha pode ser ajustado (SCHAEFER, 2018).

Na técnica CCWO tradicional a osteotomia era localizada mais distal em relação a crista tibial, para viabilizar a fixação dos fragmentos com uma placa reta com compressão dinâmica. E, por isso, era recomendada a adição de outro implemento ou procedimento de estabilização. Na sua proposta inicial, a cunha possuía um ângulo igual ao APT pré-cirúrgico. A placa utilizada era reta e precisava que, no fragmento proximal, houvesse espaço suficiente para colocação de três parafusos bicorticais (SLOCUM e DEVINE, 1984).

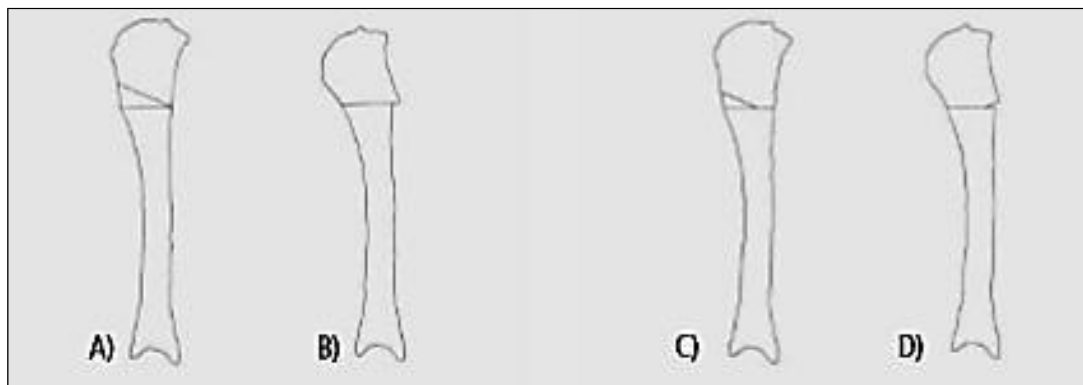
Na técnica descrita por Macias, et al. (2002), a cunha foi avaliada em diferentes ângulos, mas com o encontro das linhas da osteotomia localizado 2 a 3 mm da cortical caudal, que era posicionada na extremidade distal da crista da tíbia e o alinhamento para a fixação feito pela cortical caudal.

Placas “tipo T” ou “folha de trevo”, onde três ou mais parafusos estão concentrados em uma porção proximal expandida da placa, são úteis para TPLO (SCHAEFER, 2018). Criaram-se placas projetadas especificamente para a estabilização de uma osteotomia corretiva para região proximal da tíbia, como a placa de TWO (*Veterinary Instrumentation*, Sheffield, Reino Unido) e de TPLO (vários fabricantes) (ROE, 2018).

No entanto, as placas projetadas especificamente para TPLO têm os parafusos próximos um do outro, devido ao pequeno tamanho do fragmento, que deve ser encaixado. Em muitas dessas placas, os parafusos também convergem ligeiramente na direção lateral. Por esse motivo, se uma placa projetada para TPLO for usada na CCWO, é essencial adicionar uma fixação auxiliar. As opções para fixação adjunta incluem um fio com banda de tensão cranial, uma pequena placa, ou com uma osteotomia em ângulo ou usar um parafuso ósseo, com efeito "lag" atravessando a osteotomia (ROE, 2018).

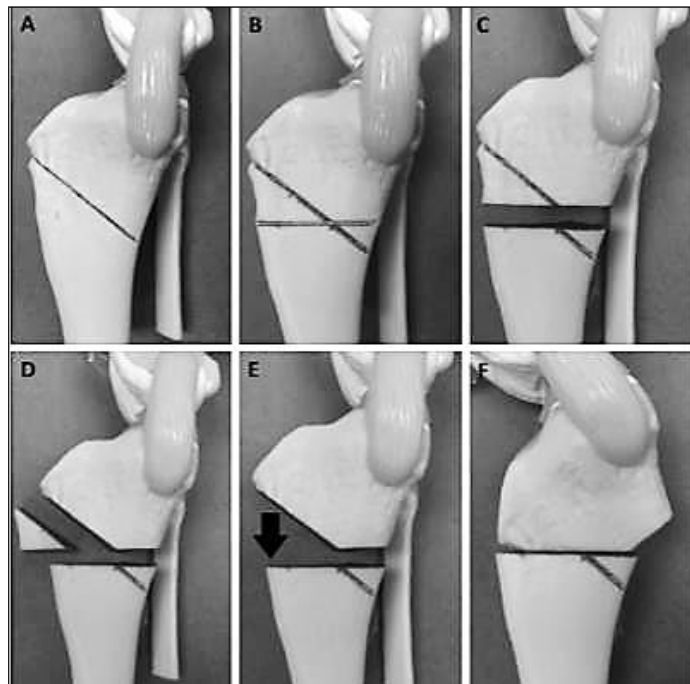
Wallace, et al. (2011), descreveram o procedimento de CCWO modificado, no qual o ângulo da cunha a ser removida era de 25 °, porém utilizando uma osteotomia neutra (Figura 8), com a linha da osteotomia proximal atingindo a osteotomia distal no início do terço posterior dessa linha. Neste modelo, eles observaram que o tamanho da cunha removida do osso e o comprimento tibial foram significativamente menores, permitindo uma maior preservação do estoque ósseo

na tíbia proximal, conferindo vantagem para a colocação do implante mais proximal. Entretanto, devido ao formato da osteotomia da cunha, uma desvantagem da técnica é que nem toda a área da seção transversal do fragmento distal contribuía para o compartilhamento de carga no apoio. Esse modelo foi aplicado em oito cadáveres, com um tamanho de ângulo de cunha uniforme de 25° e gerou uma redução média do APT para 7,8° ( $\pm 3,7$ ), com intervalo de zero a 14°, não ocorrendo sub-redução.



**Figura 8.** Ilustração da técnica tradicional de CCWO com o ângulo da cunha igual ao APT, distal e com o ápice na cortical caudal, planejamento pré-operatório, **A**; Após alinhamento cranial, **B**; Técnica modificada por Wallace, *et al.* (2011), com a cunha semelhante, porém, neutra (linha distal e proximal no mesmo comprimento), **C**; Após alinhamento cranial, **D**. (WALLACE, *et al.*, (2011).

Em uma modificação recente, descrita por Frederick e Cross (2017), o resultado foi uma menor perda de comprimento para uma cunha igual ao APT (Figura 9). A diferença nesse modelo foi à posição do corte proximal, em relação à técnica idealizada por Wallace, *et al.* (2011). O nível do corte distal da cunha foi ajustado ao proximal, de modo que a osteotomia proximal e distal também tivessem comprimentos iguais. As bordas corticais foram alinhadas cranialmente. Frederick e Cross (2017) avaliaram apenas APT excessivos,  $>34^\circ$ , em 19 tíbias (de 18 cães), reduzindo o APT em média para  $8,38^\circ$  ( $\pm 4,88$ ).



**Figura 9.** Ilustração da CCWO modificada por Frederick e Cross (2017) com cunha proximal e com alinhamento cranial. A osteotomia proximal é pontuada saindo do córtex cranial 3 mm distal ao ponto inferior de inserção do ligamento patelar, **A**; a osteotomia distal é pontuada interceptando o escore proximal em 2/3 do ponto craniocaudal do escore distal, **B**. A interseção desses escores foi o ângulo de osteotomia planejado. A osteotomia distal é concluída, **C**; a osteotomia proximal é concluída saindo pela osteotomia distal, **D**; a osteotomia será reduzida girando os segmentos, **E**; osteotomia reduzida com alinhamento do córtex cranial, **F**.

O tamanho apropriado da cunha na CCWO irá depender da magnitude do APT, do nível da osteotomia e alinhamento das corticais. Um método indicado para determinar o ângulo da cunha apropriado com base nos resultados clínicos e biomecânicos da TPLO seria realizando uma cunha medida pelo APT menos 5°, com alinhamento cranial, para alcançar um APT final de 5° a 6,5° no pós-operatório (BOUDRIEAU, 2009; APELT, et al., 2010; MARQUES, et al., 2014; KOWALESKI, et al., 2018).

Diante disso, Apelt, et al. (2010), avaliaram a realização da CCWO, com uma cunha de APT menos 5°, em posicionamento distal à crista da tíbia e alinhamento das corticais caudais, mas concluíram que, nesse método, o deslocamento cranial da tíbia mantinha-se maior que no joelho intacto e a neutralização do deslocamento cranial seria alcançada com uma cunha com ângulo de APT mais 5° ou APT mais 7.5, para alcançar um APT final de 4,6° a 5,9°.

De acordo com Roe (2018), se a osteotomia estiver proximal e com as corticais craniais alinhadas, o ângulo da cunha deverá ser geralmente, 2° a 3° menor do que o APT, quando aplicado para APT de 25° a 32°. Para um APT >35°, o ângulo da cunha deve ser o mesmo que o do APT. Oxley, et al. (2013) indicaram que em APT iguais ou inferiores a 20° deveria subtrair 5° para se determinar o ângulo da cunha, subtrair 4° quando o APT fosse entre 21° a 25°; remover 3° em platôs entre 26° a 30° e, finalmente, 2° para APT entre 31 a 35 graus. Relatos recente de Popak, et al. (2019) mostraram que, aplicando a CCWO com a base da cunha calculada pela fórmula da tangente do APT acrescida de 5°, multiplicada pela largura óssea na região distal da crista tibial, gerou-se um APT final de 6,3° (4,5° a 10°), entretanto não descreveram como alinharam os fragmentos. Oxley (2022) mencionou que para se atingir um APT final igual a 5 graus deveria se usar num platô de 20° uma cunha de 20 – 5 e que deveria se acrescentar ao ângulo da cunha 1 ° a cada 5° de aumento no platô tibial (exemplo para APT de 35 graus cunha com 33 graus)

Alguns estudos verificaram mudanças no APT durante a consolidação da osteotomia; normalmente essa mudança eleva a inclinação do platô. Houve ocorrência de aumento do APT em dois cães, de 4° e 7°, em um período de pós-operatório da CBLO, aos 49 e 50 dias, respectivamente. Em dois casos de osteotomia com CBLO, verificou uma variação < 2° e uma média de 0,58°, considerando uma mudança não significativa (RASKE, et al., 2013). Já Bernardes, et al. (2019), tiveram uma variação de 7,135°, na CBLO, utilizando placa e parafusos bloqueados e uma variação de 3,228°, utilizando um parafuso compressivo associado à placa, avaliado no pós-operatório imediato e após 90 dias.

Nas CCWO, feita por Frederick e Cross (2017), o APT pós-operatório médio encontrado foi < 14°, onde o APT no pós-operatório imediato variou de 1 a 18° e, após consolidação óssea, encontrou-se APT entre 1° e 21°.

Uma mudança muito maior foi observada por Macias, et al. (2002), variando entre 7° e 21°; entretanto essa variação excessiva esteve associada a deformidade proximal tibial de cães de pequeno porte, com apenas um cão com APT de 26° e os demais com APT a partir de 30°. No cão em que o APT foi reduzido a 21°, correspondeu a um animal com APT excessivo de 37°. Além disso, utilizou-se de

fixação com placa reta modelada complementada com um pino de Kirschner cranial sem cerclagem.

A causa dessa variação no período de consolidação óssea ainda é desconhecida, embora se acredite que seja devido a uma instabilidade no impulso tibial remanescente após a osteotomia (DUERR, et al., 2008), provocada pela força de carga / contração muscular do quadríceps. Existem controvérsias com relação à mudança de APT e a estabilidade identificada em radiografia na fase de consolidação, utilizando placa com parafusos bloqueados e não bloqueados (SCHAEFER, 2018). De acordo com a investigação feita por Bailey, et al. (2007), alguns dos fatores que afetam os ângulos obtidos no pós-operatório estão particularmente relacionadas ao nível da osteotomia e ao alinhamento dos fragmentos ósseos pelas corticais craniais ou caudais.

### **Lesão meniscal associada à RLCCr**

Normalmente, lesões de meniscos ocorrem quando há RLCCr (40 a 60%) (FRANKLIN, et al. 2010), ou após a reconstrução cirúrgica do LCCr e de osteotomias corretivas (BENNETT e MAY, 1991; FRANKLIN, et al. 2010). Quando isso ocorre, é preciso removê-lo cirurgicamente, através da menisectomia total ou parcial (HULSE e SHIRES, 1983). Porém, uma vez lesionado, o fato de ser tratado da maneira recomendada, não anula as chances de ocorrer degeneração articular. Johnson, et al. (2004), em seu experimento, demonstraram que a degeneração articular pode avançar após uma hemimenisectomia medial do pólo caudal ou mesmo com sua remoção total. De acordo com Lanzer e Komenda (1990), a degeneração articular após a menisectomia ocorre devido à sobrecarga fisiológica sobre a cartilagem, induzindo a síntese e degradação da matriz cartilaginosa.

Durante a abordagem para artrotomia, deve-se tomar cuidado para evitar lesões. É necessário fazer a distração das superfícies articulares para facilitar a avaliação do menisco, realizar menisectomias sem danificar a cartilagem e evitar lesões nos ligamentos menisco-tibiais craniais, no ligamento meniscal transversal e no corno cranial dos meniscos (BEALE, et al., 2018). Também, deve-se cuidar para não lesionar o ligamento cruzado caudal, cuja inserção tibial é próxima da inserção caudal do menisco medial (FRANKLIN, et al. 2010).

A lesão em menisco medial foi verificada utilizando-se da ressonância magnética, em 80 a 100% dos casos quando há RLCCr e em 58% (58/100), através da artroscopia (FRANKLIN, et al. 2010). É comumente acompanhada da presença de alça de balde (“bucket-handle”). Em uma verificação artroscópica relatada por Gleason, et al. (2019), encontraram lesão em menisco medial em 40,5% (55/111) dos cães com RLCCr, em 65,6% (36/55) havia lesão com alça de balde e a lesão em menisco lateral esteve presente em 6,3% (7/111). A lesão meniscal tardia também pode ocorrer como complicação na CCWO (OXLEY, et al. 2013; KISHI e HULSE, 2016).

O menisco lateral, em seu corno caudal, é poupado de injúria como visto no menisco medial, por não estar firmemente aderente à cápsula articular e ser fixado caudalmente ao fêmur pelo ligamento menisco femoral (FRANKLIN, et al. 2010).

### **Complicações associadas a CCWO e TPLO**

As porcentagens de complicações na CCWO e na TPLO atualmente são similares (5 a 8%), devido a mudanças na técnica cirúrgica da primeira e uso de placas bloqueadas de TPLO. Muitos cirurgiões preferem a CCWO em relação à TPLO devido a gerar um segmento ósseo proximal maior, poder ser usada em cães de qualquer medida e com APT maiores (OXLEY, 2022).

A taxa de complicação geral incluiu principalmente (1/3) a falha do implante e a instabilidade da osteotomia, como representado em 31,7% das 300 cirurgias de CCWO relatadas por Kuan, et al. (2009). O risco envolvendo falhas na fixação do implante é reduzido se uma placa de tamanho apropriado for selecionada e a fixação adjunta estiver concomitantemente bem posicionada (ROE, 2018). Rupturas meniscais tardias após CCWO também podem ocorrer (OXLEY, et al. 2013; KISHI e HULSE, 2016).

Segundo RASKE, et al. (2013), as chances de ocorrência de inflamação do ligamento patelar são maiores quando se reduz o APT abaixo de 6°, devido ao aumento da carga do ligamento patelar secundário à biomecânica alterada pela osteotomia de redução na inclinação do platô, o que tem sido sugerido como possível causa subjacente.

Para minimizar complicações pelo posicionamento proximal da cunha, como fratura tibial e lesão do ligamento patelar, é recomendado ter uma distância mínima



de 3 mm a 5 mm da crista tibial proximal para fazer a osteotomia (ROE, 2018). Para cães acima de 25 kg, recomenda-se evitar uma distância menor que 10 mm (OXLEY, et al. 2013).

Garnett e Daye (2014) constataram várias complicações associadas à TPLO, e estas variaram entre 7% e 36% dos casos. A necessidade de reintervenção cirúrgica foi descrita em 7% de 98 procedimentos realizados. A penetração do parafuso proximal no espaço articular ocorreu em 5% do total de casos de complicações. As complicações descritas foram fraturas tibiais, invasão intra-articular do parafuso proximal, hemorragia, edema local, seroma, deiscência, infecção, inflamação e espessamento do ligamento patelar, osteomielite, danos meniscais, falha do implante, fratura fibular, “pivot shift”, luxação patelar medial e fraturas patelares. Quanto a complicações relacionadas a técnicas de correção da angulação do platô tibial mediante osteotomias Griffon (2016) e Kowalseky, et al. (2018), mencionaram severa hemorragia trans operatória, penetração do parafuso na articulação, afrouxamento ou quebra dos implantes, fraturas, osteoartrose pós-cirúrgica, lesão meniscal, infecção (ferida, osso, articular), ostossarcoma, retardo de consolidação óssea, espessamento e inflamação do ligamento patelar, “patela baja”, transtornos da ferida cirúrgica, encurtamento do membro, dentre outros.

### **Placas para TPLO**

Atualmente no mercado existem vários tipos de placas disponíveis para TPLO (BOUDRIEAU, et al. 2006; LEITNER, et al. 2008; KOWALESKI, et al. 2013). Dentre elas podemos citar algumas marcas nacionais como Cão médica – ortopedia veterinária, Focus – ortopedia veterinária, Lince vet, e marcas internacionais como: Securos surgical<sup>®</sup>, ALPS<sup>®</sup> product range, Depuy Synthes vet, Intrauma<sup>®</sup> - Fixin<sup>®</sup> (Figura 10). Placas bloqueadas para TPLO geram menos infecções que aquelas não bloqueadas, podem ser moldáveis, isentam necessidade de perfeito contato ósseo e podem possuir orifício de compressão dinâmica que permite consolidação óssea direta (BARNHART e MARITATO, 2019).



**Figura 10.** Placas para TPLO comercialmente utilizadas atualmente. 1- PAX - SECUROS SURGICAL®. 2- ALPS® PRODUCT RANGE. 3- DEPUY SYNTHES VET. 4- INTRAUMA® - FIXIN®. 5- FOCUS – ORTOPEDIA VETERINÁRIA. 6- CÃO MÉDICA – ORTOPEDIA VETERINÁRIA. 7- LINCE VET. Fonte: Sites das empresas listadas, 2021.

### Seleção dos implantes para CCWO

A seleção do implante para fixar os fragmentos da CCWO é importante para reduzir o potencial de complicações. Corr e Brown em 2007 utilizaram placas de TPLO na cirurgia de CCWO. Existem forças muito fortes agindo para abrir a fenda da osteotomia e a placa escolhida deve ser capaz de contra restar essas forças. Uma osteotomia baixa em relação a epífise tibial proximal irá resultar em um fragmento proximal maior e, portanto, exigir superior número de parafusos. Para reduzir a mudança do eixo funcional, a osteotomia é movida tão proximal quanto possível.

Placas em estilo TPLO, onde três ou mais parafusos estão concentrados em um porção proximal expandida da placa, são úteis para esse propósito e foram usadas recentemente para realizar a técnica de CCWO modificada (TERREROS e DAYE, 2020). Placas projetadas especificamente para TPLO tem os parafusos proximais agrupados e convergentes por causa do pequeno tamanho do fragmento que elas devem se engajar. Mas essas mudanças reduzem a capacidade desta placa para combater as forças que trabalham para abrir a fenda da osteotomia. Por esta razão, se uma placa projetada para TPLO é usada, é essencial adicionar fixação auxiliar, como um fio em banda de tensão cranial (KOWALESKY, et al. 2018;

ROE, 2018). Em relação a isto, Terreros e Daye (2020) mencionaram que a complementação com banda de tensão, além de adicionar estabilidade ao conjunto, facilita a redução precisa da osteotomia e a colocação subsequente da placa, metodologia que deve ser levada em consideração.

O formato da placa de TPLO e sua resistência a cargas cíclicas quando bloqueada se adequam perfeitamente à realização de CCWO, além do que fica minimizada a possibilidade de se atingir a articulação com a ponta de um dos parafusos, devido a angulação convergente e com inclinação ventral de seus parafusos proximais. A CCWO facilita colocar esse tipo de placa por se obter após a osteotomia um fragmento ósseo proximal maior (OXLEY, 2022). Esse autor também recomendou que a placa deve realizar compressão interfragmentar.

### **Compressão dinâmica dos fragmentos**

Algumas placas para TPLO utilizam uma combinação de parafusos de bloqueio e de fixação padrão (sem bloqueio). Esta fixação híbrida permite compressão axial se o parafuso sem travamento for colocado no modo de carga em um orifício de compressão dinâmica. Tal compressão Inter fragmentária permite a consolidação óssea direta dos fragmentos da osteotomia (DECAMP, et al. 2016, JOHNSTON, et al. 2018).

O nome da placa óssea de compressão dinâmica deriva do design do orifício do parafuso que, quando usado corretamente e na situação apropriada, resulta na compressão dos fragmentos da fratura. A placa de compressão dinâmica é feita do modo que permita gerar em uma fratura um bom contato ósseo entre os fragmentos principais. Ao se apertar os parafusos unem as extremidades do osso. Se a estabilidade absoluta for alcançada, permite a consolidação óssea primária (JOHNSON, et al. 2005; DECAMP, et al. 2016; BARNHART e MARITATO, 2019).

Os orifícios dos parafusos são ovais e a superfície que entra em contato com a cabeça do parafuso é inclinada e deslizante. Se o parafuso for colocado excentricamente no orifício, à medida que é apertado, a sua cabeça hemecilíndrica desliza pela encosta até a parte inferior do orifício. O outro fragmento de osso, onde parafusos já foram fixados, se move em relação à placa, e isso causa compressão da fratura (JOHNSON, et al. 2005; DECAMP, et al. 2016, JOHNSTON, et al. 2018;

BARNHART e MARITATO, 2019).

Quando a placa é aplicada de modo que fique sob tensão e os fragmentos da fratura estejam sob compressão, é referido como uma placa de compressão ou uma placa em banda de tensão. É vital que a placa seja aplicada no lado do osso que está mais frequentemente sob uma distração ou força de tensão. Na tíbia essas superfícies são a medial e a craniana, locais onde frequentemente são fixos a placa e o sistema pinos – fio de cerclagem em banda de tensão (DECAMP, et al. 2016).

Já a placa de neutralização é aquela aplicada, no lado de tensão do osso, para neutralizar forças de torção, flexão, compressão e distração nas linhas de fratura. Se possível, a placa é aplicada para exercer alguma compressão axial. Placas de neutralização são também usadas em osteotomias. (JOHNSON, et al. 2005; DECAMP, et al. 2016).

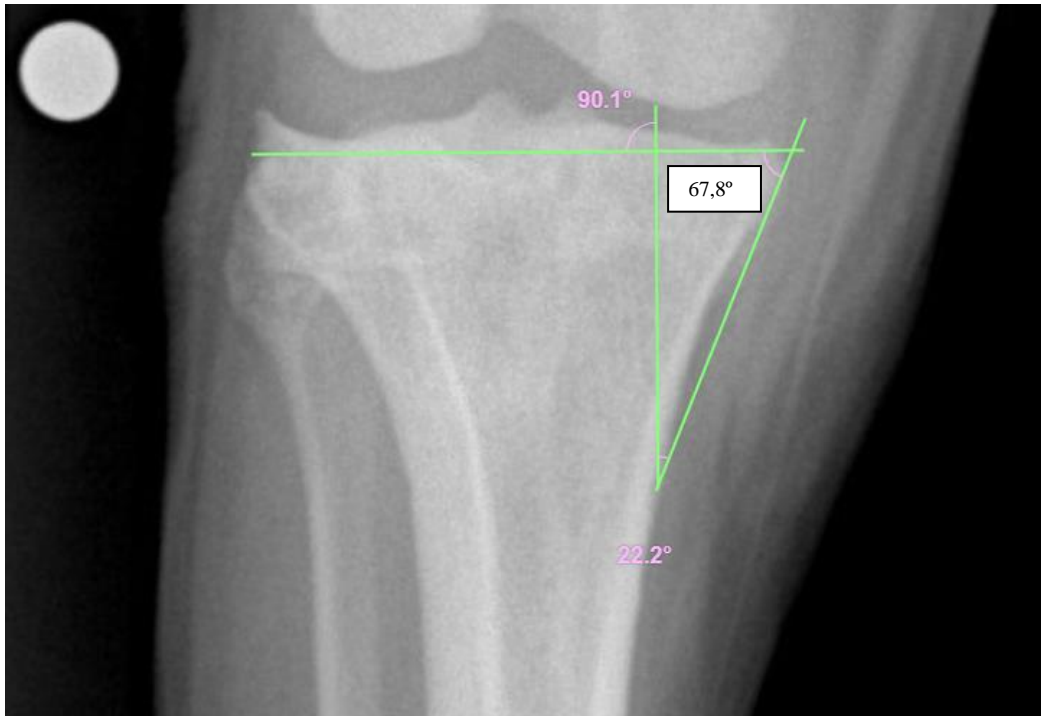
### **Fio de cerclagem em banda de tensão**

A técnica de se usar fio de cerclagem em banda de tensão objetiva converter forças de distração ativas em forças compressivas. As forças de tração exercidas pela contração dos músculos sobre as fraturas, como as que envolvem a tuberosidade tibial, podem ser superadas e convertidas em forças compressivas pela inserção dois fios (pinos) de Kirschner e um fio ortopédico em banda de tensão. Os fios de Kirschner são necessários para neutralizar as forças de distensão na linha de fratura, mas não apenas neutralizam as cargas de flexão, mas na verdade as convertem em forças de compressão. O fio de cerclagem é geralmente colocado em um forma de 8 para garantir um braço de alavanca o mais longo possível. Este dispositivo de fixação é mais estável quando o animal está suportando peso do que em repouso, o que é uma situação útil para o cirurgião ortopedista (JOHNSON, et al. 2005, DECAMP, et al. 2016, JOHNSTON, et al. 2018).

### **Ângulo do parafuso proximal**

A porção próximo-medial da tíbia em cães se curva para fora e isso faz com que as placas utilizadas para TPLO, sejam fabricadas curvadas de acordo com o osso (Figura 11). Devido a essa angulação da parte proximal da placa, os parafusos que são inseridos mais proximais podem acabar penetrando no espaço articular (KOWALESKI, et al. 2018). Segundo Kowaleski, et al. (2013) e Mathis, et al. (2015) o

grau da modelagem necessário para se adaptar a conformação óssea é de  $23^\circ$  e as placas utilizadas comercialmente tem em média uma inclinação de  $23,5^\circ$ , numa vista frontal.



**Figura 11:** Projeção radiográfica craniocaudal da tíbia de cão mostrando a curvatura anatômica proximal-medial, com uma angulação entre a superfície óssea articular e o eixo cortical de aproximadamente  $67,8$  graus.

Em estudo retrospectivo sobre complicações pós-operatórias em TPLO foram avaliados 476 casos, destes, em dois casos houve mau posicionamento do parafuso proximal levando a penetração articular (Figura 12). Os pacientes apresentaram claudicação até a remoção dos parafusos (GATINEAU et al., 2011).



**Figura 12.** Projeções radiográficas craniocaudais (A) e mediolateral (B) do joelho esquerdo de um Bichon frise de cinco anos de idade realizadas imediatamente após a correção do platô tibial através de TPLO. O parafuso cranial na porção proximal da placa penetrou a superfície articular. (GATINEAU, et al. 2011).

### **Consolidação óssea**

O padrão de consolidação óssea varia de acordo com as condições mecânicas presentes dentro da linha de fratura após a redução e estabilização da mesma. Diferentes situações mecânicas de estabilidade e instabilidade podem ser observadas, que influenciam no processo de consolidação óssea. Quando houver contato ósseo intermitente, haverá formação de calo ósseo. A sequência de eventos resulta em um preenchimento progressivo da lacuna da fratura com tecido mais rígido e mais forte, indo do tecido de granulação para cartilagem e logo para cartilagem mineralizada, formando posteriormente osso lamelar e, finalmente, osso cortical (JOHNSON, et al. 2005; DECAMP, et al. 2016, MORENO, et al., 2018).

A formação do calo pode ser subdividida com base na localização em (1) calo em ponte medular, (2) calo em ponte periosteal ou (3) calo em ponte intercortical. O padrão de formação de calos varia muito em resposta às circunstâncias e estímulos presentes. Em geral, a estabilização de fraturas por métodos não totalmente estáveis, é caracterizada pela formação de calo em todas as três áreas. (DECAMP,

et al. 2016).

A consolidação óssea em áreas de apropriado contato e altas forças de compressão, bem como em áreas com fendas (fendas) muito pequenas e estáveis (0,1 mm), gerará união óssea direta (osteonal primária) (HAK, et al. 2010). Este tipo de união ignora a maioria das etapas descritas anteriormente e vai diretamente para a remodelação cortical. A união do córtex é obtida por remodelação interna do sistema haversiano sem reabsorção das superfícies de fratura. Assim, a estabilização de fraturas pelo uso de placas de compressão e parafusos é caracterizada por nenhum calo intercortical visível e/ou apenas pequenas quantidades de ponte de calo intercortical. (JOHNSON, et al. 2005, HOULTON, 2016; MORENO, et al. 2018)

Implementando estabilidade absoluta, em que a tensão na fratura é funcionalmente eliminada, com reconstrução anatômica, compressão de fragmentos ósseos e fixação rígida da coluna óssea, consolidação osteonal pode ser conseguida (HAK, et al. 2010; HOULTON, 2016). Para tal, podem ser utilizadas técnicas cirúrgicas como fixação com fio de cerclagem em conjunto com uma placa de neutralização e aplicação de uma placa de compressão dinâmica. Nestes casos, o córtex lesado restaura a continuidade através da deposição direta de novo osso, onde ocorre ossificação intramembranosa em que os osteoblastos sobreviventes e precursores de osteoblastos depositam osso diretamente na fratura (DECAMP, et al. 2016, MORENO, et al. 2018)).

Cura por contato ocorre nas fraturas em que a distância entre as extremidades ósseas é inferior a 0,01 mm (ou seja, 10 µm, distância ligeiramente maior do que o tamanho de um núcleo celular típico) e a deformação da lacuna Inter fragmentária ("strain") é funcionalmente eliminada (<2% de tensão), onde ocorrerá reconstrução osteonal primária. Este processo envolve o alongamento de osteons orientados longitudinalmente para preencher diretamente a linha da fratura. A consolidação de fendas estreitas ocorre quando não há aposição direta, mas estabilidade absoluta é fornecida em ambos os lados da lacuna e a deformação Inter fragmentária ("strain") é funcionalmente eliminada (<2% de "strain"). A largura da fenda não deve exceder aproximadamente 1 mm para que ocorra este tipo de consolidação (DECAMP, et al. 2016, HOULTON, 2016; MORENO, et al. 2018).

Na consolidação de pequenas fendas, estas são inicialmente preenchidas com fibrina, brotos angiogênicos, colágeno e recrutamento de osteoblastos e de células-tronco mesenquimais derivadas do periósteo. Esses osteoblastos depositam osso paralelo ao plano de fratura por um processo que se assemelha à ossificação intramembranosa. Sem a formação de calo ósseo durante a remodelação, cones perfurantes avançam através do osso lamelar, produzindo lamelas que fortalecem ainda mais o osso. Este processo finaliza com a restituição estrutural e das propriedades mecânicas do osso (MORENO, et al. 2018).

Consolidação bem-sucedida em áreas de contato direto dos fragmentos ósseos, ou em áreas de fendas muito pequenas depende da estabilidade absoluta, porque a deformação do comprimento da lacuna (strain) pode romper as células mesenquimais cicatriciais existentes, encarregadas de provocar a união óssea. Assim, torna-se óbvio que se a perfeita redução e a compressão inter fragmentária forem escolhidas, torna-se imperativo fornecer uma fixação absolutamente estável (HAK, et al. 2010; MORENO, et al. 2018).

Uma fixação de fraturas muito rígida pode levar ao retardo da consolidação, pois a atividade biológica está diminuída ou ausente devido ao fenômeno conhecido como proteção contra estresse. A proteção contra tensões ocorre quando a fixação é tão rígida que o osso não sofre estresse suficiente para estimular a resposta biológica necessária para a cura. (DECAMP, et al. 2016, HOULTON, 2016; MORENO, et al. 2018).

### **Consolidação óssea na CBLO e CCWO**

O progresso na remodelação e consolidação óssea foi acompanhado em pacientes tratados com CBLO, com base em um sistema de pontuação de cinco pontos (4 = 76-100%; 3 = 51-75%; 2 = 26-50%; 1 = 1-25%; e 0 = sem ponte óssea). Radiografias mediolaterais foram obtidas no pós-operatório, para verificar no sítio da osteotomia a ocorrência e evolução da união óssea. Esta avaliação não foi feita nas radiografias crânio caudais, devido à interferência da superposição do fragmento proximal com o distal, ao ter realizada sua rotação cranial (Raske, et al. 2013). Popak, et al. (2019) relatam ter feito CCWO em 18 cães (21 joelhos) de várias raças, peso entre 2,5 e 50kg (média 16,5kg), idades entre seis meses a 10 anos (média 6,2

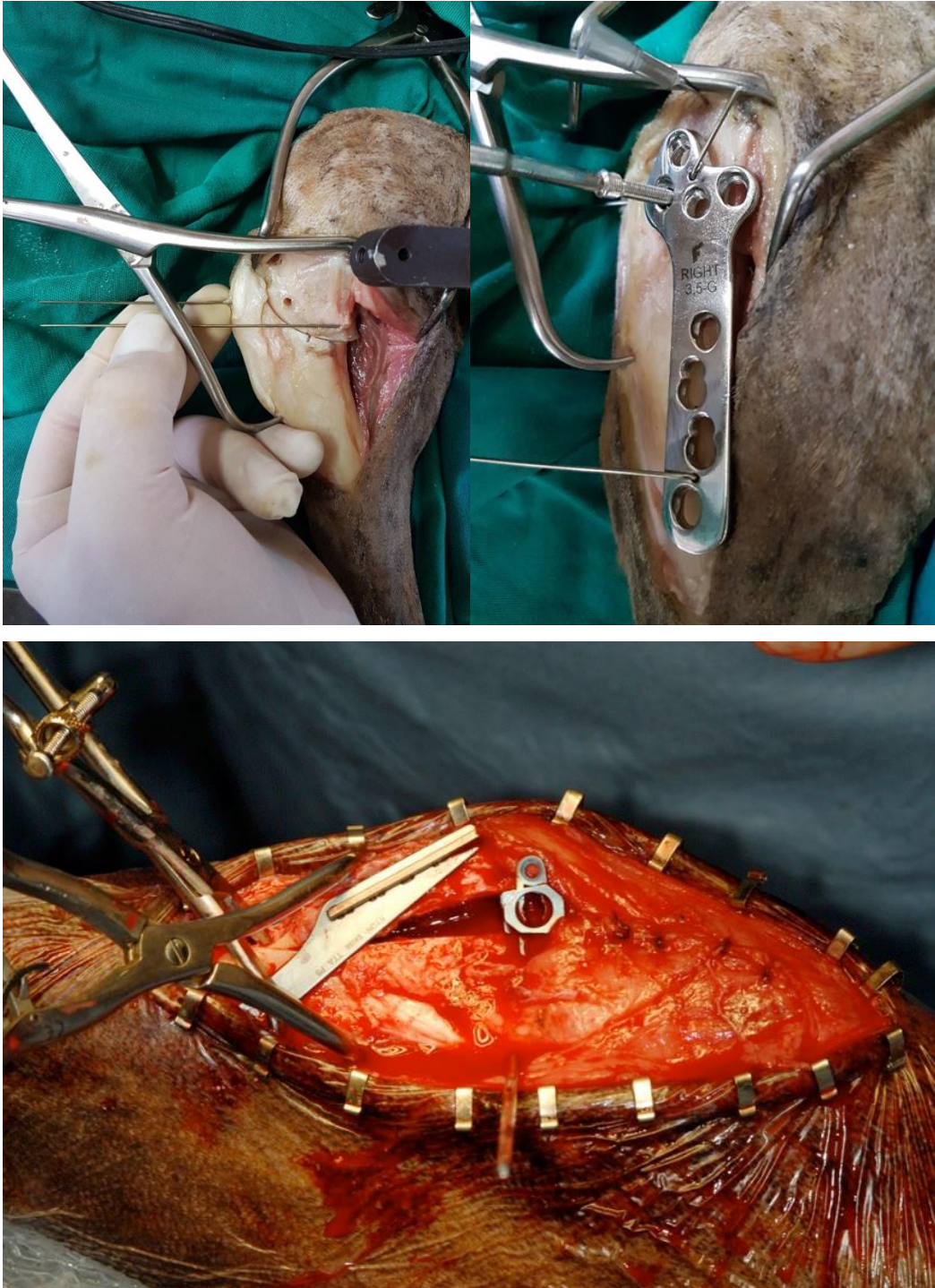


anos) e APT entre 25 e 33 graus (média 30,5 graus), e que a consolidação óssea ocorreu, em média, aos 100 dias e que, neste período, 16 cães estavam livres de claudicação e sem translação cranial tibial. Afirmam que a técnica mostrou-se eficaz no tratamento da insuficiência ligamentar do cruzado em cães. Slocum e Devine, (1984) verificaram a consolidação da osteotomia da CCWO em 6 semanas.

A consolidação de fraturas tibiais em posição metafisária proximal tem vantagens devido à plenitude de osso esponjoso na cavidade medular dos fragmentos tibiais, com maior estabilidade de contato, sem necessidade de formação de calo ósseo externo, já que as trabéculas esponjosas unem-se apropriadamente entre si por incrementada presença de fatores biológicos e atividade osteoblástica, caso se realize correta estabilização (SCHULZ, et al. 2019). Nas epífises osteotomizadas (tipo CCWO, TPLO, CBLO) ocorre consolidação na periferia do tipo cortical, que pode ocorrer por consolidação primária ou secundária e a consolidação das trabéculas do osso esponjoso, onde a consolidação é rápida, eficiente, pouco expansiva, com formação de novas trabéculas via ossificação intramembranosa e formação de espaços intertrabeculares contendo medula óssea (SANDBERG e ASPENBERG, 2016).

### **Pinça de Weber**

A pinça de redução de fraturas de nome Weber possui duas pontas agudas que, quando encravadas nas corticais ósseas correspondentes, permitem fazer maior aproximação, fixação e compressão entre os fragmentos. Têm sido usadas para redução e fixação de fraturas acetabulares, fraturas oblíquas de ossos longos, fraturas condilares de úmero e fêmur, entre outras, gerando ao mesmo tempo compressão entre os fragmentos. Por isso, também tem sido parte importante da fixação e compressão dos fragmentos ósseos resultantes das osteotomias na TTA, TPLO e CBLO (Figura 13) (JOHNSON, et al. 2005; PIERMATTEI, et al. 2009; VEREZ, et al. 2017).



**Figura 13.** Pinça de redução ponta-ponta (Weber) realizando fixação dos fragmentos e compressão Inter fragmentária em cirurgias TPLO e TTA, até implantar a respectiva placa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P, BOLUS, MIDDLETON, R, S., MOORES, A.P., GRIERSON, J Influence of signalment on developing cranial cruciate rupture in dogs in the UK. **Journal of Small Animal Practice**, v. 52, n. 7, p. 347-52, 2011

AERTSENS, A.; ALVAREZ, R.; PONCET, C. M.; BEAUFRÈRE, H.; RAGETLY, G.R. Comparison of the tibia plateau angle between small and large dogs with cranial cruciate ligament disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 28, p.385–390, 2015.

ALMEIDA, G.J., OLIVEIRA, J.F., DIAS, B.P.S., SOUSA, V.O. Osteotomia do Platô Tibial (“TPLO”) em cão: Relato de caso. **Saber Digital**. v. 9, n. 2, p.72-80, 2016.

AMADOR, A.; HERNÁNDEZ, M.; SANTOSCOY, C. Displasia de la fisis proximal femoral en gatos: informe de un caso. **Remevet**, v. 14, p. 12-19. 2018.

APELT, D.; POZZI, A., MARCELLIN-LITTLE, D.J.; KOWALESKI, M.P. Effect of Cranial Tibial Closing Wedge Angle on Tibial Subluxation: An Ex Vivo Study. **Veterinary Surgery**, v. 39, p.454-459, 2010.

BAILEY, C.J.; SMITH, B.A.; BLACK, A.P. Geometric implications of the tibial wedge osteotomy for the treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 20, p. 169–174, 2007.

BAKER, L. A. E; MUIR, P. Epidemiology of Cruciate Ligament Rupture. In: MUIR, PETER. **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**, 2 ed., New Jersey: Wiley, p. 109-114, 2018.

BARNHART, M., MARITATO, K.C. **Locking Plates in Veterinary Orthopedics**. Wiley: New Jersey, 2019. 240 p.

BEALE, B. "Meniscal Tears – Secrets to Diagnosis and Tricks to Treatment. **Small animal and exotics Proceedings of the North American Veterinary Conference**, 2007. 855-857.

BEALE, B. S. Arthroscopy and Arthrotomy of the Stifle. In: MUIR, PETER. **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**, 2 ed., New Jersey: Wiley, p. 171-174, 2018.

BENNETT, D.D.; MAY, C. Meniscal damage associated with cruciate disease in the dog. **Journal of Small Animal Practice**. v. 32, n. 3, p. 11 – 117, 1991

BERNARDES, F. J. L.; et al. Comparação do uso de parafuso compressivo na estabilização de osteotomia de nivelamento baseada no CORA (CBLO) em cães. **Investigação**, v. 18, n.3, p. 01-39, 2019.

BEZERRA, K.S., BIASI, F. Avaliação clínica e radiográfica do joelho de cães submetidos à cirurgia para correção da ruptura do ligamento cruzado cranial: estudo retrospectivo de três anos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 271-280, 2013

BOUDRIEAU, R.J.; MCCARTHY, R.J.; SPRECHER, C.M.; ENGINEER, H.T.L.; TOBIAS P. K.; ENGINEER, E.T.H.; JOHN, H. K.; STEFAN, M.; Material properties of and tissue reaction to the Slocum TPLO plate. **American Journal of Veterinary Research**. v.7, p. 1258–1265, 2006:

BOUDRIEAU, R.J. Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Tibial Tuberosity Advancement? **Veterinary Surgery**, v. 38, p. 1–22, 2009.

BOYD, D.J., MILLER, C. W., ETUE, S. M., MONTEITH, G. Radiographic and functional evaluation of dogs at least 1 year after tibial plateau leveling osteotomy. **Canadian Veterinary Journal**., v. 48, n. 4, p:392-6, 2007.

BREE, H. V.; ROOSTER, H.; GIELEN, I. Stress Radiography of the Stifl.. In: Muir, P . **Advances In The Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, 2010. P. 113 – 116.

BRUECKER, KENNETH A.. CORA based TPLO for Steep Tibial Plateau Angle. 5th World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS • 19th ESVOT Congress, **Proceedings**, • Barcelona, September 12th-15th, 2018, 158-160 p.

CHUNG, D.G.; SANTOS, R.M.; MORATO, G.O., ROCHA, A.G., FILHO, J.G.P, SAMPAIO., G.R. Transposição e Avanço da Tuberosidade Tibial para Tratamento da Luxação Medial de Patela Associada à Ruptura do Ligamento Cruzado Cranial em Cão de Pequeno Porte: Relato de Caso. **UNIMAR- Ciências**, v.25, p. 8-13, 2016.

CORR, S.A., BROWN, C. A comparison of outcomes following tibial plateau levelling osteotomy and cranial tibial wedge osteotomy procedures. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. v. 20, n. 4, 312-19, 2007.

DeCAMP, CE, JOHNSTON SA, DÉJARDIN L, SCHAEFER, S. L.. Stifle Joint. In: DeCAMP CE, JOHNSTON SA, DÉJARDIN L, SCHAEFER, S. L. **Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. 5 ed.. St. Luis: Elsevier, 2016. P.. 616 – 635.

DELLON, A.L. Partial Knee Joint Denervation for Knee Pain: A Review. **Orthopedic e Muscular System**. v. 3, n. 1, p. 3-10,,2014.

DRYGAS, K. A.; POZZI, A; GORING, R. L.; HORODYSKI, M.B.; LEWIS, D. D. Effect of Tibial Plateau Leveling Osteotomy on Patellar Tendon Angle: A Radiographic Cadaveric Study. **Veterinary Surgery**, v. 39, p. 418–424, 2010.

DUERR, F.M.; DUNCAN, C.G., SAVICKY, R.S., PARK,R.D., EGGER, E.L., PALMER, R.L.. Comparison of surgical treatment options for cranial cruciate ligament disease in large-breed dogs with excessive tibial plateau angle. **Veterinary Surgery**, v. 37, p. 49–62, 2008.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 1606 p.

FERREIRA, M. P. **Comparação das técnicas de osteotomia para avanço da**

**tuberosidade tibial (TTA) e nivelamento do platô tibial (TPLO) para correção de ruptura de ligamento cruzado cranial em cães com sistema baropodometria.** 2013. 184 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, 2013.

FERRIGNO, C.R.A.; CAQUIAS, D.F.I.; NINA, M.I.D.; CUNHA, O.; ITO, K.C.; MARIANI, T.C.; FERRAZ, V.C.M.; COTES, L. Ruptura de menisco associada à ruptura de ligamento cruzado cranial em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science.** v. 49, n. 4: 301-306, 2012.

FOSSUM, W. **SMALL ANIMAL SURGERY**, 5.ed. Philadelphia: Elsevier. 2019; 1568 p.

FOX, D.B. TOMLINSON, J.L., COOK, J.L., BRESHEARS, L.M. Principles of Uniapical and Biapical Radial Deformity Correction Using Dome Osteotomies and the Center of Rotation of Angulation Methodology in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 35, p. 67–77, 2006.

FOX, D. Radius and Ulna. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. *Veterinary surgery: small animal*, 2. Ed.. St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018. Cap 54, p. 2500 – 2561.

FOX, D.B.; TOMLINSON, J.L. Principles of Angular Limb Deformity Correction. In: JOHNSTON, S. A.; TOBIAS, K. M. **Veterinary Surgery: Small Animal**, St. Louis, Missouri: Elsevier, 2 ed., v. 1, cap 46, p. 2152, 2018.

FRANKLIN, S. P.; GILLEY, R.S.; PALMER, R.H. Meniscal injury in dogs with cranial cruciate ligament rupture. Review. **Compendium: Continuing Education For Veterinarian.** v. 32, n. 10, E1-10 quiz E11, 2010.

FREDERICK, S.W.; CROSS, A.R. Modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament insufficiency in dogs with excessive tibial plateau angles: Technique and complications in 19 cases. **Veterinary Surgery**, v. 46, p. 403–411, 2017.

GARNETT, S. D.; DAYE, R. M. Short-Term Complications Associated With TPLO in Dogs Using 2.0 and 2.7 mm Plates. **Journal of Small Animal Practice.** v. 50, n. 6, 396-404, 2014.

GATINEAU, M.; DUPUIS, J; PLANTÉ, J.; MOREAU, M. Retrospective study of 476 tibial plateau levelling osteotomy procedures: Rate of subsequent 'pivot shift', meniscal tear and other complications. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology.** v. 24, n. 5, 333-41, 2011.

GEELS, J. J.; ROUSH, J.K.; HOSKINSON, J.J.; MCLAUGHLIN, R.M. Evaluation of intracapsular technique for the treatment of cranial cruciate ligament rupture. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.13, p. 197-203, 2000.

GLEASON, H. E., CALEB C HUDSON, C.C., CERRONI, B. Meniscal click in cranial cruciate deficient stifles as a predictor of specific meniscal pathology. **Veterinary**

**Surgery**. v. 49, n.1, p. 155-159, 2020.

GRIFFON, J. A Review of the Pathogenesis of Canine Cranial Cruciate Ligament Disease as a Basis for Future Preventive Strategies. **Veterinary Surgery**, v. 39, p. 399-409. 2010

GUÉNÉGO, L., PAYOT, M., CHARRU, P., VERWAERDE, P. Comparison of tibial anatomical- mechanical eixo angle between predisposed dogs and dogs at low risk for cranial cruciate ligament rupture **The Veterinary Journal**. v. 225, p. 35-41 (2017).

HAK, D.J., TOKER, S., YI, CH., TORESON, J. The Influence of Fracture Fixation Biomechanics on Fracture Healing. **Orthopedics**. v. 33, n. 10, P. 752-755, 2010.

HARASEN, G. Diagnosing rupture of the cranial cruciate ligament. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 475-476, 2002.

HENDERSON, R.A., MILTON, J.L. The tibial compression mechanism: A diagnostic aid in stifle injuries. **Journal of Small Animal Practice**., v. 14, n.4, p.474-9, 1978.

HNÍZDO, J. Four techniques altering the geometry in the stifle joint in small breed dogs (<10 kg). . **Veterinářství**, v. 67, n. 12, p.915-930. 2017.

HORTA, R. S., FUKUSHIMA F. B. Avaliação da nocicepção em cães e gatos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania: Centro Científico Conhecer, v.10, n.18; p. 487. 2014.

HOULTON, J. Fracture healing. In: Gemmill, T.J. e Clements, D.N. **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. 2. ed., Gloucester: BSAVA, 2016, p 32-36.

HULSE, D.A.; SHIRES,P.K. The meniscus: Anatomy, function and treatment. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v. 23, n. 4, 1993, p. 831-843, 1993

HULSE, D. A.; BEALE, B.; KOWALESKY, M. CORA based leveling osteotomy for treatment of the CCL deficient stifle. In: **Proceedings** of the World Orthopaedic Veterinary Congress. Bologna, Italy, p. 120, 2010.

JOHNSON, J. M.; JOHNSON, A. L. Cranial cruciate ligament rupture: pathogenesis, diagnosis, and postoperative rehabilitation. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 23, p. 717–733, 1993.

JOHNSON, K.A.; FRANCIS, D.J.; MANLEY, P. A., CHU, Q.; CATERSON, B. Comparison of the effects of caudal pole hemi-meniscectomy and complete medial meniscectomy in the canine stifle joint. **American Journal of Veterinary Research**, v. 65, p. 1053–1060, 2004.

JOHNSON, A.L, HOULTON, J.E.F., VANNINI, R. **AO principles of fracture management in the dog and cat**. Stuttgart/New York: AO Publishing/Thieme, 2005, 288 p.

JOHNSTON, S.A., PFEIL, D.J.F. VON, DÉJARDIN, L. M. ROE, S. C. WEH, J. M. Internal Fracture Fixation. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. **Veterinary surgery: small animal**, 2. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018 cap 41 , p.1890-1983.

JOHNSTON, S., TOBIAS, K. **Veterinary surgery: Small Animal**, 2. Ed.. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2018; 6755 p.

JUNIOR, D.B.; ROEHSIG, C.; ROCHA, L.B.; CHIORATTO, R. Técnica de interligação extracapsular fêmoro-fabelo-tibial na ruptura do ligamento cruzado cranial em cães: achados clínicos e radiográficos. **Ciência Rural**, 769-777. 2007.

KEMPER, B.; TRAPP, S.M.; PORTO, T.F.; BARCA, F.A. Movimento de gaveta em joelhos de cães submetidos à estabilização extracapsular após secção do ligamento cruzado cranial in vitro. **Ciência Rural**. v. 43, n. 6, p..1096-1101, 2013.

KIM, S.E.; POZZI, A; KOWALESKY, M; LEWIS, D.D. Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in Dogs. **Veterinary Surgery**. v. 37, p. 111 – 125, 2008.

KISHI, E.N.; HULSE, D. Owner Evaluation of a CORA Based Leveling Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Injury in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 45, p. 507- 14, 2016.

KORVICK, D. L.; PIJANOWSKI, G.J.; SCHAEFFER, D.J. Three-dimensional kinematics of the intact and cranial cruciate ligament-deficient stifle of dogs. **Journal of Biomechanics**, v. 27, p. 77–87, 1994.

KOWALESKI, M. P.; MCCARTHY, R. J. Geometric analysis evaluating the effect of tibial plateau leveling osteotomy position on postoperative tibial plateau slope. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 17, p. 30–34, 2004.

KOWALESKI, M. P.; APELT,D.; MATTOON, J.S., LITSKY, A.S.. The effect of tibial plateau leveling osteotomy position on cranial tibial subluxation: an in vitro study. **Veterinary Surgery**. v. 34, p. 332–336, 2005.

KOWALESKI, M.P.; BOUDRIEAU, R.J.; BEALE B.S.; PIRAS, A.; HULSE, D.; JOHNSON, K. A. Radiographic outcome and complications of tibial plateau leveling osteotomy stabilized with an anatomically contoured locking bone plate. **Veterinary Surgery**.2013; 42:847–852.

KOWALESKI, M. P., BOUDRIEAU, R. J., POZZI, A. Título: stifle joint. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. **Veterinary surgery: small animal**, 2 ed., edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018. Pag. 2925 – 3157

KUAN, S.; SMITH, B.; BLACK, A. Tibial wedge ostectomy: complications of 300 surgical procedures. **Australian Veterinary Journal**. v. 87, n 11, p.:438-44, 2009.

LANZER, W.L.; KOMENDA, G. Changes in articular cartilage after meniscectomy. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, p. 41–48, 1990.

- LEIGHTON, R.L. Preferred method of repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs: a survey of ACVS diplomates specializing in canine orthopedics. **Veterinary Surgery**, v. 28, p. 194, 1999.
- LEITNER, M.; PEARCE, S.G.; WINDOLF, M.; SCHWIEGER, K.; ZEITER, S.; SCHAWALDER, P., JOHNSON, K. A. Comparison of locking and conventional screws for maintenance of tibial plateau positioning and biomechanical stability after locking tibial plateau leveling osteotomy plate fixation. **Veterinary Surgery** 2008; 37:357–365
- LUNA, S.P.L. Dor, sciência e bem-estar em animais: sensibilidade e dor. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.11, p. 17-21, Suplemento 1.2008.
- MACIAS, C.; MCKEE, W. M.; MAY, C. Caudal proximal tibial deformity and cranial cruciate ligament rupture in small breed dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 43, p. 433–438, 2002.
- MARQUES, D. R. C.; IBAÑEZ, J. F.; NOMURA, R. Principais osteotomias para o tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães – revisão de literatura. **Arquivos Ciência Veterinária Zoológica**. UNIPAR, Umuarama, v. 17, n. 4, p. 253-260, out./dez. 2014.
- MATHIS, K. R.; ROE, S. C.; JOHNSON, K. A. Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate Contouring and Proximal Load Screw Angulation Affect Osteotomy Compression. **Veterinary Surgery** 44 (2015) 997–1002.
- MILLER, S.; Arthrology; Chapter 5. **Anatomy of the dog**. , Saint Luis, Missouri: Elsevier Saunders, 2013; 170-183.
- MORENO, M.M.; ZAMBRANO, S., DÉJARDIN, L.M.; W.; SAUNDERS, . Bone Biomechanics and Fracture Biology. In: JOHNSTON, S. A.; TOBIAS, K. M. **Veterinary Surgery: Small Animal**, 2 Ed, St. Louis, Missouri: Elsevier, 2 ed., v. 1, cap 39, 2018. p. 1796-1876.
- MUIR, P. **Advances in The Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, Section I., 2018. 391 p.
- MUIR, P. History and Clinical Signs of Cruciate Ligament Rupture. In: MUIR, PETER.. **Advances in The Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, p. 2018. P. 47-55.
- OXLEY, B.; TOBY J GEMMILL, T.J., RENWICK, A.R., CLEMENTS,D.N., MCKEE, W. M.. Comparison of complication rates and clinical outcome between tibial plateau leveling osteotomy and a modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 42, p. 739–750, 2013.
- OXLEY, B. Complications associated with cranial closing wedge osteotomy. In: AMOTZ, R.B. e DYCUS, D.L. **Complications in Canine Cranial Cruciate Ligament Surgery**. New Jersey: Wiley, 2022, p. 147-62.



PACCHIANA, P. D. Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998– 2001). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 222, p; 184-193, 2003.

PALEY, D. **Principles of Deformity Correction**. New York: Springer Verlag, 2002. 806 p.

PETAZZONI, M., JAEGER, G.H. **Atlas of Clinical Goniometry and Radiographic Measurements of the Canine Pelvic Limb**. Merial, 2008, 96 p.

PIERMATTEI, D., JOHNSON, K. **An atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat**, 5 ed. Philadelphia, PA: Saunders, 2014; 868 p.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G., DeCHAMP, C. **A articulação do joelho. Ortopedia e tratamento de fraturas de pequenos animais**. 4 ed. Barueri: Ed. Manoele. p. 637-717, 2009.

PIRAS, A.; DUNLOP, G. Early clinical experiences with Cora Based Tibial Plateau Levelling Osteotomy (CBTPLO) in toy breed dogs. In: 16th ESVOT Congress, **Proceedings** , Bologna (Italy), p.334-336, 2012.

POPAK, P; CHIERICHETTI, A.L., GOUVEA, B, SCIAMMARELLA, A.C.; LEOMIL, F, ELSTON. F. Osteotomia em cunha cranial da tíbia (TCWO) para tratamento da insuficiência do ligamento cruzado cranial em cães. Estudo retrospectivo (2017-2019) **Investigação**. vol:18, n. 3, p. 15, 2019.

POZZI, A.; LITSKY, A.S., FIELD, J., APELT, D., MEADOWS, C., JOHNSON, K.A. PRESSURE distributions on the medial tibial plateau after medial meniscal surgery and tibial plateau levelling osteotomy in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 21, n. 1, p. 8–14, 2008.

PRADA, T.C.; MINTO, B.W.; PEREIRA, N.W.; KARCHER, D.E.; DIAS, G.G. Tratamento clínico da osteoartrite do joelho em cães. **Investigação**. V. 17, n. 1, P.16-23. 2018.

PUTAME, G., TERZINI, M., BIGNARDI, C., BEALE, B., HULSE, D., AND ZANETTI, E., AUDENINO, A. Surgical Treatments for Canine Anterior Cruciate Ligament Rupture: Assessing Functional. Recovery Through Multibody Comparative Analysis. **Biotechnology bioengineering**. v. 7, p. :180, 2019.

RASKE, M, HULSE, D. Stabilization of the CORA based leveling osteotomy using a bone plate augmented with a headless compression screw. **Proceedings**, 16th ESVOT Congress, Bologna (Italy), 2012, p. 217.

RASKE, M.; HULSE, D., BEALE, B., SAUNDERS, W.B., KISHI, E, KUNZE, C. Stabilization of the CORA based leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament injury using a bone plate augmented with a headless compression screw. **Veterinary Surgery**, v. 42, p. 759 – 764, 2013.

- READ, R.A.; ROBINS, G.M. Deformity of the proximal tibia in dogs. **Veterinary Record**, v. 111, p. 295–298, 1982.
- REIF, U. HULSE, D.A, HAUPTMAN, J.G. Effect of leveling on stability of the canine cruciate-deficient stifle joint: an in vitro study. **Veterinary Surgery**. v. 31, p. 147–154, 2002.
- ROE, S. C.. Closing Cranial Wedge Osteotomy and Triple Tibial Osteotomy. In: MUIR, Peter (ed.). **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, 2018. Cap. 29. p. 243-248.
- ROMANO, L., PEREIRA, C.A.M, SCHMAEDECKE, A., SAUT, J.P.E., FERRIGNO, C.R.A. Análise biomecânica do joelho íntegro e com ruptura do ligamento cruzado cranial quanto ao grau de deslocamento cranial e rigidez articular em cães. **Acta Cirúrgica Brasileira** - Vol 21 (1) 2006.
- SANDBERG, O.H., ASPENBERG, P. Inter-trabecular bone formation: a specific mechanism for healing of cancellous bone. **Acta Orthopaedica**, vol: 87, n: 5, p. 459–465, 2016
- SANTOS, L.D.; ESPER, G.V.Z.; CUNHA, O. Reconstrução do ligamento cruzado cranial em animais da espécie canina. **Ambiência**, v.9, n.1, p. 209 – 223, 2013.
- SANTOSCOY, E. **Ortopedia, neurología y rehabilitación en pequeñas especies. Perros y gatos**. Mexico: El Manual Moderno. 2008; p. 185-198.
- SCHAEFER, S. L. Tibial Plateau Leveling Osteotomy. In: MUIR, Peter (ed.). **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, 2018. Cap. 27. p. 217-226, 2018.
- SCHULZ, K.S.; HAYASHI, K.; FOSSUM, T.W. Principles of Orthopedic Surgery and Regenerative Medicine. In: FOSSUM, T.W. **Small Animal Surgery**, 5 ed. Elsevier, China, 2019, p. 957- 975
- SELMÍ, A. L., FILHO, J. G. P. LINS, B. T., MENDES, G.M. EIMANTAS, G.C. Incisuroplastia troclear e estabilização articular após transecção do ligamento cruzado cranial. Estudo clínico e radiográfico em cães. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1360-1366, set-out, 2007
- SELMÍ, A.L.; PADILHA FILHO, J.G. Rupture of the cranial cruciate ligament associated with deformity of the proximal tibia in five dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 390–393, 2001.
- SLOCUM, B.; DEVINE, T. Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 184 n. 5, p. 564–569, 1984.
- 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, p. 777-795, 1993.

SOUZA, E., MINTO, B., LUIS, J., LINS, B., LUCENA, D., GOUVEIA, G., DIAS, L. Rock back phenomenon in 32 dogs that underwent tibial plateau levelling osteotomy. **Veterinária Medicina**, v. 66, p, 58-65. 2021.

TAYLOR-BROWN, E., MEESON, L., BRODBELT, C., CHURCH, B., MCGREEVY, D., THOMSON, C., O'NEILL, G. Epidemiology of Cranial Cruciate Ligament Disease Diagnosis in Dogs Attending Primary-Care Veterinary Practices in England. **Veterinary Surgery**, 44, 777–783. 2015.

TERREROS, A, DAYE, R.M. Modified cranial closing wedge osteotomy to treat cranial cruciate ligament deficient stifles with excessive tibial plateau angles: Complications, owner satisfaction, and midterm to long-term outcomes. **Veterinary Surgery**. vol. 49, n 6, p 1109-1117, 2020.

VÉREZ-FRAGUELA, J.L; KÖSTLIN, R; LATORRE REVIRIEGO, R.; CLIMENT PERIS, S.; SÁNCHEZ MARGALLO, F.M.; GARGALLO. J.U. **Orthopaedic pathologies of the stifle joint**. Zarazoga: Servet, 2017. 171 P.

VEZZONI, A. TPLO by Slocum: a successful approach in the treatment of cranial cruciate ligament injuries. In: World Small Animal Veterinary Association World Congress **Proceedings**. Cremona, Italy, 2004. Disponível em: <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pId=11181emeta=Genericeca&tId=30093eid=3852273eind=351eobjTypeID=17>, Acesso em: 09/08/2021

vPOP PRO PRO. **VetSOS Education (VetSOS Education LTD)**. Disponível em: [https://br.formidapps.com/ios/app.vPOP\\_PRO-pro-xDBDBCxA.aspx](https://br.formidapps.com/ios/app.vPOP_PRO-pro-xDBDBCxA.aspx). Acesso em: 10/08/2021.

WALLACE, A. M.; ADDISON, D.S.; SMITH, B.A.; RADKE, H; HOBBS, S.J. Modification of the cranial closing wedge osteotomy technique for the treatment of canine cruciate disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, n. 6, p. 457–462, 2011.

WARNOCK, J.; DUERR, F. M. Stifle region. In: DUERR, F. M. **Canine lameness**. New Jersey: Wiley, 2020, p. 307-346.

WARZEE, C.C.; DEJARDIN,L.M., ARNOCZKY,S.P., PERRY, R.L. Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate-deficient stifles: an in vitro experimental study. **Veterinary Surgery**, v. 30, p. 278–286, 2001.

## ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 1

### ***Posicionamento da cunha na CCWO com base no método do CORA.***

#### **Wedge positioning in CCWO based on CORA method.**

Eduardo Alberto Tudury<sup>1</sup>; Vanessa Sacramento de Melo<sup>2</sup>.

1 Professor Associado IV, DMV, UFRPE, Recife-Pernambuco, Brasil; 2 Médico Veterinário, Mestre. E-mail para correspondência: [respeit@hotmail.com](mailto:respeit@hotmail.com)

#### **Resumo**

A osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO) é uma das técnicas de tratamento cirúrgico para tratar ruptura de ligamento cruzado cranial (RLCCr), sendo essa de ocorrência frequente em cães. Tal osteotomia tem a finalidade de reduzir o ângulo do platô tibial (APT) e assim anular o deslocamento cranial da tíbia proximal em relação aos côndilos femorais. A pesquisa teve como objetivo usar o método do centro de rotação angular (CORA) para posicionar a cunha da CCWO, realizando a avaliação da proposta em imagens radiográficas digitalizadas de tíbias de cães. Após determinação do novo método de planejamento, foi feita a análise da sua viabilidade em 19 imagens radiográficas de tíbia de cães adultos normais, mediante o software *Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning (vPOP PRO)*. Foi verificado mudanças do APT e encurtamento tibial gerados com a modificação de situar a cunha pelo método do CORA, bem como foi comparado as consequências do posicionamento desta a uma altura proximal, no eixo de correção angular (ACA) e uma distal. Avaliaram-se ainda as consequências do alinhamento das partes proximal e distal da tíbia, pelas corticais cranial, caudal e em situação mediana, após remoção da cunha. Os resultados deste estudo foram avaliados mediante teste F (ANOVA) para medidas repetidas e, no caso de diferenças significativas, foram utilizados testes de comparações múltiplas de Bonferroni. O novo método de planejamento da CCWO permitiu uma redução do APT médio de 24,04° para 7,74°. Este resultado representou um APT em nível intermediário, com diferença significativa quando comparados um posicionamento mais proximal e mais distal da cunha. Em comparação ao alinhamento dos fragmentos para fixação, nas variantes cranial, mediana (representando o eixo anatômico) e caudal, não houve diferença significativa. O encurtamento ósseo médio foi de 0,16 cm, correspondente ao eixo funcional, considerado não significativo para influenciar na recuperação clínica. O

planejamento por meio do programa digital, com alinhamento dos fragmentos pela cortical cranial, e com posicionamento proximal da cunha com base na localização do CORA, respeitando-se a distância mínima de cinco mm da linha de osteotomia proximal em relação à inserção tuberal do ligamento patelar, permite reduzir o platô tibial a um nivelamento adequado, com o mínimo encurtamento tibial, sugerindo uma otimização da técnica CCWO para tratamento de RLCCr.

**Palavras-chaves:** joelho; nivelamento do platô tibial; ligamento cruzado cranial; osteotomia corretiva.

## Summary

Cranial closing wedge osteotomy (CCWO) is one of the surgical techniques to treat cranial cruciate ligament rupture (RLCCr), which is a frequent occurrence in dogs. Such osteotomy is intended to reduce the tibial plateau angle (APT) and thus cancel out the cranial displacement of the proximal tibia in relation to the femoral condyles. This study aimed to use the center of rotation of angulation method (CORA) to position the CCWO wedge, performing the evaluation of the proposal in digitized radiographic images of dog tibiae. After determining the new planning method, its viability was analyzed in 19 radiographic images of tibia from normal adult dogs, using the Veterinary Preoperative Orthopedic Planning (vPOP PRO) software. Was verified regarding the changes in the APT and tibial shortening generated with the modification of the placement of the wedge by the CORA method, as well as comparing the consequences of its positioning at a proximal, Angulation Correction Axis (ACA) and a distal height. The consequences of the alignment of the proximal and distal parts of the tibia, by the cranial caudal corticals and in mid-situation, after removal of the wedge, were also evaluated. The results of this study were assessed using the F test (ANOVA) for repeated measures and, in the case of significant differences, Bonferroni's multiple comparison tests were used. CCWO's new planning method allowed a reduction in the average APT from 24.04° to 7.74°. This result represented an APT at an intermediate level, with a significant difference when comparing a more proximal and more distal positioning of the wedge. Compared to the alignment of fragments for fixation, in the cranial, median (representing the anatomical axis) and caudal variants, there was no significant difference. The mean bone shortening was 0.16 cm, which corresponds to the functional axis, considered not significant to influence clinical recovery. Planning

through the digital program, with alignment of the fragments along the cranial cortex, and with proximal positioning of the wedge based on the CORA location, respecting the minimum distance of 5 mm from the proximal osteotomy line in relation to the tuberal insertion of the patellar ligament, allows reducing the tibial plateau to an adequate leveling, with minimal tibial shortening, suggesting an optimization of the CCWO technique for the treatment of RLCCr.

**Keywords:** knee; leveling of the tibial plateau; cranial cruciate ligament; corrective osteotomy.

## Introdução

A osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO – sigla em inglês “cranial closing wedge osteotomy”) é uma técnica cirúrgica peri-articular para tratar animais com ruptura do ligamento cruzado cranial (LCCr). Essa foi a primeira técnica de osteotomia de tíbia proximal com a função de alterar a biomecânica do joelho e, com isso, alterar as forças que sobrecarregam o LCCr. A técnica consiste em fazer uma osteotomia em formato de cunha, na tíbia proximal, fixando posteriormente os fragmentos com placa óssea, para que alcance a angulação tibial proximal adequada que neutralize as forças de deslocamento cranial deste osso (ROE, 2018).

A força interna originada no joelho que é gerada durante o suporte de peso, foi denominada de "impulso tibial cranial" e foi descrita por Slocum e Devine (1984). No joelho normal do cão, o LCCr se opõe a essa força; no entanto, quando ele é rompido, há subluxação tibial cranial espontânea durante o apoio do membro afetado, podendo chegar a translocação cranial da tíbia (na fase de apoio do membro) a 10 – 11 mm (KORVICK, et al. 1994).

A superfície articular da tíbia proximal é angulada para caudodistal em relação ao seu eixo mecânico. A magnitude dessa angulação é denominada ângulo do platô tibial (APT) (KOWALESKI, et al. 2018). O APT, é determinado através do encontro da linha do platô tibial e do eixo tibial funcional, representado este último por uma linha traçada das eminências intercôndilares proximais ao centro do tálo (BAILEY, et al. 2007, varia em cães entre 23 e 25°; até 28,3° ainda é considerado dentro da média, de acordo com Kowaleski, et al. (2018), contudo uma ampla gama de APT entre 13 e 34° foi relatada em cães normais e pode variar de acordo com a raça (AERTSENS, et al. 2015). Ângulos > 34°, considerados excessivos, sucedem

em um subgrupo menor de cães que desenvolvem RLCCr (KOWALESKI, et al. 2018), e estão frequentemente associados a uma deformidade da tíbia proximal, que resulta em “procurvato” tibial proximal (READ e ROBINS, 1982; SELMI e PADILHA FILHO, 2001).

A solução proposta por Slocum e Devine, (1984) para cães com RLCCr, foi modificar a anatomia da articulação com o objetivo de estabilizá-la. Os autores defenderam uma abordagem terapêutica que diminuísse a inclinação do platô tibial, por meio de uma osteotomia em cunha cranial, determinando o ângulo do platô que diminuiria o avanço cranial da tíbia durante o apoio do peso. A vantagem das técnicas de osteotomia periarticulares é corrigir o deslocamento tibial sem a ajuda do LCCr ou seus substitutos (VEZZONI, 2004).

A técnica da CCWO também objetiva eliminar o impulso cranial da tíbia, mediante redução do APT, proporcionando estabilidade funcional durante a fase de apoio na marcha e pode ser usada para nivelar o platô de qualquer tíbia. No entanto, pode levar a algum encurtamento da tíbia e, por ser uma osteotomia completa da diáfise da tíbia, é potencialmente mais susceptível a falhas de fixação de implante (LEIGHTON, 1999). Para reduzir o deslocamento do eixo funcional, a osteotomia deve ser movida o mais proximal possível (SCHAEFER, 2018).

Desde o surgimento da CCWO, foi considerado adequado reduzir o APT para aproximadamente 5° e 6,5° (BOUDRIEAU, et al, 2009), visando anular o cisalhamento cranial. Ao longo das aplicações práticas e avaliações intra-articulares após realização de outra técnica de osteotomia, a osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO), verificou-se que levando a angulações maiores era possível também reduzir a translocação cranial da tíbia, promovendo a estabilização articular (ROE, 2018). Portanto, reduzir a 6° não é mais necessário, pois assim “super corrige” o impulso cranial na rotação (DRYGAS, 2010) e pode provocar um deslocamento caudal da tíbia (REIF, et al. 2002), o que aumenta a tensão no ligamento cruzado caudal (LCCa) (SCHAEFER, 2018). De acordo com avaliação feita por Warzee, et al. (2001), uma rotação de 6,5° para 0° faz aumentar o estiramento do LCCa em  $37,7 \pm 17,4\%$ .

De acordo com Piras e Dunlup (2012), mantendo a faixa de inclinação do APT entre 9° e 12°, seria possível prevenir lesões articular abrasivas, vistas quando se reduz a inclinação para aproximadamente 6°. Ainda há translação cranial da tíbia,

porém mantém-se a complacência dos tecidos moles (cápsula articular e almofada de gordura). Em outro estudo, esses autores reforçam que, levando a inclinação tibial para 13°, ainda se evitam lesões abrasivas em cartilagem articular, por reter uma quantidade limitada de impulso cranial.

Para planejar a CCWO, recomenda-se fazê-lo de forma digital, usando alguns dos pacotes de software de planejamento, disponíveis para aquisição, que permitem o 'corte' e o reposicionamento de fragmentos de imagem. Esse processo também pode ser realizado imprimindo em papel a imagem da radiografia medial da tíbia, desenhando a cunha pretendida no local previsto, removendo a cunha e reposicionando a porção proximal e distal da tíbia após o recorte, para simular a redução do APT e o deslocamento cranial do eixo funcional. Em caso de o APT final não ser apropriado, o tamanho da cunha pode ser ajustado (SCHAEFER, 2018).

Para a realização desse planejamento cirúrgico foi desenvolvido por especialistas em cirurgia e designers o software vPOP PRO. Este trouxe para o planejamento uma forma mais prática, rápida e confiável de execução. Neste programa tem-se a possibilidade de trabalhar com imagens radiográficas em tamanho real, por meio de ferramentas de calibração de imagem. Tem-se também “templates” de várias marcas que produzem implantes ortopédicos e estes são disponibilizados no programa em tamanho real, de acordo com a calibragem das imagens (vPOP PRO, 2021).

Uma nova técnica para estabilizar a articulação do joelho, proposta por Raske e Hulse (2012), Piras e Dunlop (2012) e Raske et al. (2013), é baseada em um método de osteotomia determinado pelo Centro de Rotação Angular (CORA – sigla em inglês “*center of rotation of angulation*”), conhecido como osteotomia de nivelamento baseada no CORA (CBLO – sigla em inglês “*cora based leveling osteotomy*”), que consiste em uma osteotomia curvilínea alinhando os eixos anatômicos tibiais. A osteotomia de nivelamento anatômico pelo CORA, baseia-se nos princípios de correção da deformidade e na metodologia do CORA, conforme descrito por Paley (2002). O cruzamento entre os eixos anatômico proximal e distal ósseos determina um ponto chamado de CORA anatômico, que serve como referência para situar a osteotomia, permitindo maior exatidão na cirurgia (RASKE, et al. 2013). Antes disso, Fox, et al. (2006) tinham adaptado a metodologia do CORA para uso na terapêutica de deformações angulares de ossos longos de pequenos



animais. Na tíbia com o LCCr rompido, a osteotomia corretiva situada pela determinação do CORA anatômico, faz a alteração angular na localização adequada, conseguindo se limitar o impulso cranial tibial.

Não existe uma localização padronizada para o posicionamento da osteotomia da cunha na CCWO. Na técnica tradicional, a osteotomia era localizada mais distal em relação à crista tibial, para que possibilitasse a fixação dos fragmentos com uma placa com compressão dinâmica (SLOCUM e DEVINE, 1984), ante a ausência na época de placas de TPLO (ROE, 2018). Desta forma, era recomendado a adição de outro implemento ou procedimento de estabilização. Em proposta inicial da técnica, a cunha possuía um ângulo igual ao APT pré-cirúrgico. A placa utilizada era reta e precisava que, no fragmento proximal, houvesse espaço suficiente para colocação de três parafusos bicorticais (SLOCUM e DEVINE, 1984). Placas ortopédicas que, na sua parte proximal, concentrassem os parafusos para ocupar uma pequena área da região proximal da tíbia, foram desenvolvidas para a TPLO (ROE, 2018; SCHAEFER, 2018) e permitiram novas possibilidades quanto à localização da cunha.

Embora a CCWO apresente diversos critérios a serem seguidos para o uso em cães com RLCCr, a técnica tradicional tem a desvantagem de não objetivar o alinhamento dos eixos ósseos (ROE, 2018) e provocar o encurtamento ósseo (LEIGHTON, 1999). Na tentativa de reduzir a ocorrência dessa consequência, a técnica tem sido feita com modificações e esse foi um dos desafios neste estudo, no qual a CCWO foi associada ao método do CORA, para aprimoramento dos resultados. Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma modificação na CCWO, utilizando-se o método do CORA para localizar a osteotomia em cunha, para dar mais acurácia e repetitividade do posicionamento da mesma, visando à correta redução do APT e mínimo encurtamento tibial.

## **Material e métodos**

Baseando-se no método do CORA para determinar a localização da cunha a ser removida, a fim de nivelar o APT, foi realizado o planejamento da CCWO através de radiográficas de tíbias de cães (*Canis familiaris*), nas quais as imagens foram calibradas, mensuradas e manipuladas digitalmente através do software *Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning (vPOP PRO)* (vPOP PRO PRO, 2021).

Sob autorização da CEUA nº 114/2019, foram avaliadas 19 imagens

radiográficas de tíbias de cães adultos, sem distinção de peso, raça ou gênero, ou presença de alguma alteração ortopédica. Para avaliação do novo método de planejamento não foi utilizado grupo controle. Esta primeira etapa, consistiu na elaboração do planejamento e análise quanto à mudança do APT e encurtamento tibial com a técnica modificada.

As imagens radiográficas do membro pélvico de cães incluíram fêmur distal, tibia e articulação tíbiotársica, nas projeções caudo-cranial e médio-lateral com ângulos entre fêmur, tibia e metatarso de  $90^\circ - 90^\circ$ , sem a imperfeição metodológica chamada de duplo côndilo, sempre acompanhadas de gabarito colocado à altura da tibia proximal, para adequar as imagens ao tamanho real. A partir da imagem radiográfica da tibia na projeção médio-lateral, os limites cranial e caudal do platô (côndilo medial) foram marcados por um único observador médico veterinário ortopedista, para anular a variação subjetiva feita por diferentes observadores.

Com o emprego do software vPOP PRO (vPOP PRO PRO, 2021), a imagem digital foi calibrada de acordo com o tamanho do gabarito utilizado durante a obtenção da radiografia. Na imagem em projeção médio-lateral foi determinado o APT, o comprimento da tibia mensurado a partir de três pontos da epífise proximal (cranial e caudal do condilo medial e cume das eminências intercondilares) da tibia, para verificar diferença do comprimento antes e depois de nivelar o platô. Também foi determinada a angulação da cunha, a localização do CORA e a localização da cunha com referência ao ponto do CORA. Após remoção digital da cunha, foi mensurado o APT alcançado e o comprimento tibial remanescente dessas três medidas (Figura 1).

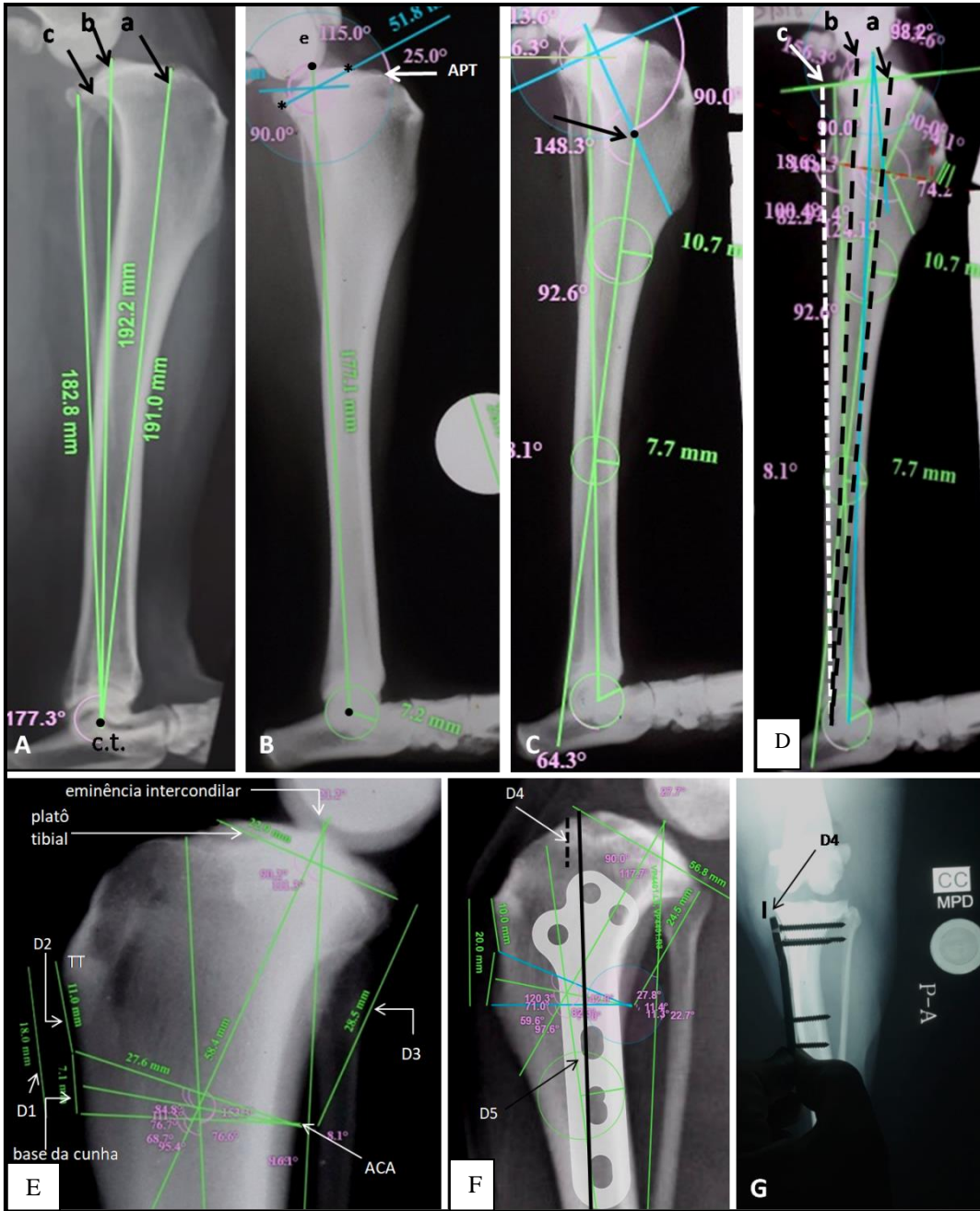
Para localizar o CORA, foi traçado o eixo anatômico distal, interligando com uma reta os pontos médios do diâmetro ósseo entre o terço proximal médio e distal. O eixo anatômico proximal foi perpendicular ao platô tibial, com ângulo exato de  $90^\circ$ , surgindo da eminência intercondilar. O ponto no cruzamento das linhas retas do eixo anatômico proximal e o eixo anatômico distal determinou o ponto CORA (Figura 1). A partir da localização do CORA, com uma bissetriz determinou-se o **EIXO Ângulo** de Correção Axial (ACA) na cortical caudal da tibia proximal para localizar o vértice da cunha.

O angulo da cunha foi determinado a partir de APT inicial menos  $5^\circ$ , buscando reduzir o APT para  $6,5$  a  $12^\circ$ . A cunha foi situada com seu vértice no ACA

caudal, preferencialmente centrada pela bissetriz do CORA, mas de modo que a ponta da cortical cranial proximal estivesse, no mínimo, a partir de 5 mm abaixo da inserção (na crista da tíbia) do ligamento patelar, com espaço suficiente que permitisse fixar, no fragmento proximal, uma placa de TPLO de bloqueio e com orifício de compressão dinâmica na sua porção distal.

Para saber o local onde deveria ser feita a da remoção da cunha na cirurgia e da fixação da placa, foram criadas distâncias com as denominações de acordo com os marcadores (D1 a D6) e ilustrações (Figura 1).

- D1: representa a distância entre a ponta distal da base da cunha, na face cranial e proximal da tíbia, até a parte mais proeminente da tuberosidade tibial;
- D2: representa a distância entre a ponta proximal da base da cunha, pela face cranial e proximal da tíbia, até a parte mais proeminente da tuberosidade tibial;
- D3: representa a distância entre a ponta caudal da tíbia proximal até o ACA;
- D4: representa a distância entre o plano dorsal da tíbia até a borda proximal da placa.
- D5: representa a distância do plano dorsal da tíbia até o comprimento distal da placa, ou o mesmo que a distância de D4 mais o comprimento da placa. Com a cunha já removida em planejamento digital, e o tamanho da placa determinado de acordo com o tamanho do animal, o D5 é obtido.
- D6: limite caudal dos orifícios proximais da placa prevendo que todos os parafusos sejam bicorticais (medida entre as radiopacidades das corticais caudais medial e lateral).



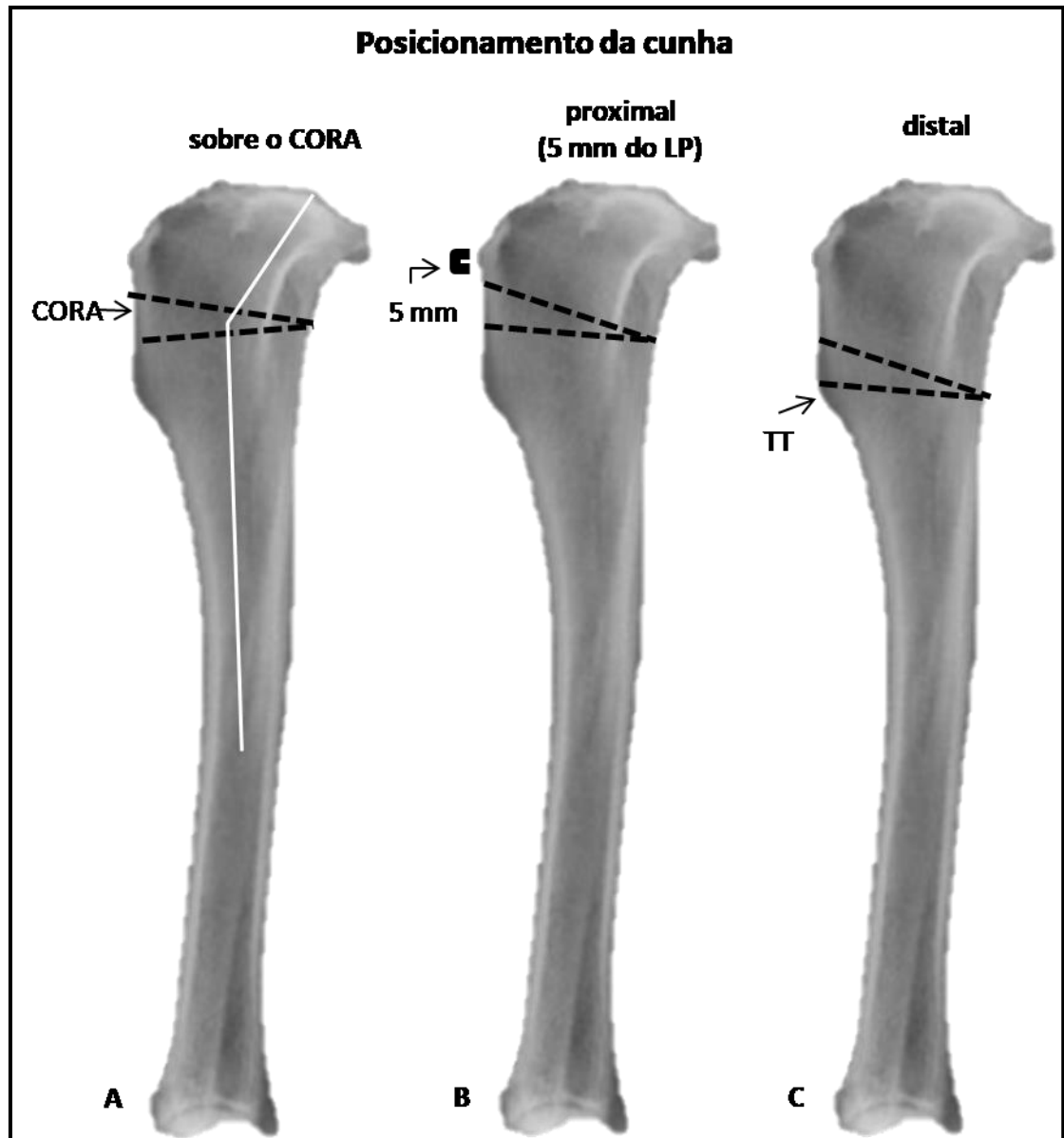
**Figura 1.** Planejamento computadorizado com imagem radiográfica da tíbia de cão, em projeção médio-lateral. **A:** Delimitação do platô tibial e mensuração do comprimento tibial antes do “corte” da cunha: medido a partir do centro do tálo (c.t.) até o platô cranial (a), até a eminência intercondilar (b) e até o platô caudal (c). **B:** medição do APT; **C:** Determinação do centro de correção angular (CORA) (seta) a partir do cruzamento entre o eixo anatômico proximal e médio, da tíbia, **D:** Mensuração do comprimento tibial após ‘corte’ da cunha; **E:** Delimitação da cunha a partir do CORA e do eixo de correção angular (ACA), e determinação das distâncias de D1, D2, D3 e base da cunha, **F:** Determinação das distâncias do plano dorsal da tíbia até altura proximal da placa: D4, e a medida de D4 somada ao comprimento da placa para fixação dos fragmentos: D5; **G:** Verificação através da distância referente à medida de D4 se evitar a penetração de parafuso na articulação e na linha de corte da osteotomia, e conferência do molde da placa com o formato anatômico da tíbia.

Os pontos D4 e D5 foram baseados nas “*Templates*” (transparências) das placas de TPLO / CCWO / CBLO da fabricante Cão Médica, colocados sobre a imagem radiográfica real em filme de acetato de celulose e através das placas dispostas para planejamento no programa vPOP PRO PRO. O ponto D6 determinou o limite caudal que a parte proximal da placa poderia se estender.

Após traçadas todas as medidas na imagem da tíbia em tamanho real, com as mensurações anteriores estabelecidas em milímetros (mm), o corte da cunha foi feito por método computacional conforme a localização do CORA, alinhando posteriormente os fragmentos pelas corticais craniais. Assim, um novo APT foi obtido. Novas mensurações traçadas, a partir dos mesmos pontos marcados anteriormente, permitiram medir o encurtamento tibial.

Na imagem impressa em filme de raio x, em projeção caudo-cranial das tíbias, foi prevista a medida de D4 aonde os parafusos não atingiriam a articulação e a linha de secção da osteotomia. Desta forma, foi avaliado, na radiografia e no programa vPOP PRO, o comprimento que deveriam ter todos os parafusos para serem bicorticais.

A cunha, com ângulo equivalente a 5° menor que o APT (inicial), foi colocada em três diferentes alturas da tíbia, alinhando os fragmentos proximal e distal pelas corticais craniais. As alturas foram estas: 1) posicionada baseado no método do CORA; 2) posicionada a 5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar, sem relação ao CORA e ACA; e 3) mais distal, situada em nível da proeminência distal da tuberosidade tibial, conforme ilustra a Figura 2.



**Figura 2.** Posicionamento da cunha com um ângulo  $5^\circ$  menor que o APT inicial, em três diferentes alturas. Localizado com base no método do CORA, **A**; a 5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar, **B**; e na proeminência mais distal da tuberosidade tibial, **C**. CORA: centro de rotação angular

Os resultados do estudo foram expressos como média e desvio padrão. Na comparação entre as situações ou categorias das medidas de interesse, foi utilizado o teste F (ANOVA) para medidas repetidas e, no caso de diferenças significativas, foram utilizados testes de comparações múltiplas de *Bonferroni*. No caso da rejeição da hipótese de matriz de covariâncias, o erro da variável dependente é proporcional para matriz identidade, utilizando a correção de *Greenhouse-Geisser*. Através do teste F (ANOVA) foi verificada a normalidade dos dados e a normalidade foi realizada pelo teste F de *Levene*. Os dados foram digitados na planilha *EXCEL* e o

programa utilizado para obtenção dos cálculos estatísticos foi o IMB SPSS na versão 23.

## **Resultados e Discussão**

A inspiração de se usar o método do CORA na CCWO veio baseada em que deformações angulares, como varo ou valgo, femoral e tibial, assim como essas alterações ocorrendo em rádio/ulna, atualmente vem sendo corrigidas por meio do princípio do CORA (FOX, et al. 2006; FOX, 2018; FOX e TOMLINSON, 2018; KOWALESKY, et al. 2018), o que promoveria um alinhamento pelos eixos ósseos e correção dos ângulos articulares. Reforçada pelo uso do CORA na CBLO e TPLO modificada (PIRAS e DUNLOP, 2012; RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al., 2013; BRUECKER, 2018).

Levando-se em consideração as vantagens da aplicação da CCWO em animais com lesão de RLCCr, buscou-se, com esta pesquisa, reduzir o encurtamento ósseo e, ao mesmo tempo, alinhar os eixos anatômicos tibiais com a implementação do uso do CORA, antes apenas utilizado nas técnicas de CBLO e TPLO para cães com RLCCr (RASQUE et al., 2013 e BRUECKER, 2018). Assim, este estudo gerou resultados importantes a serem levados em consideração para a aplicação da CCWO em animais acometidos com este tipo lesão.

A determinação de pontos guias para situar as osteotomias já ocorre em técnicas como a TPLO e TTA (VÉREZ, et al. 2017, KOWALESKY, et al, 2018, MUIR, 2018), mas neste trabalho foram acrescentados o D4, D5 e D6, importantes para o posicionamento da placa, como citado por Tudury e Queiroz (2018).

A média do APT dos 19 joelhos avaliados foi de  $24,04^{\circ} \pm 2,79$ , variando entre  $19,2^{\circ}$  e  $28,2^{\circ}$  (Tabela 1). Esses resultados estão, na média de cães normais, que corresponde entre  $23^{\circ}$  e  $28^{\circ}$  (KOWALESKI, et al., 2018). Com a remoção de uma cunha com ângulo  $5^{\circ}$  menor que o APT achado, conforme mencionado por estes autores, poderia se prever a remoção de uma cunha contendo em média  $19,09 \pm 2,83$  ( $14,2^{\circ} - 23,2^{\circ}$ ) posicionada com base no método do CORA, que teve o comprimento da base da cunha (na cortical cranial) de  $8,10 \pm 1,54$  (entre 5 mm e 11 mm). Após a remoção digital da cunha e alinhando a parte proximal com a distal da tibia pelos córtices craniais, atingiu-se o APT final de  $7,74^{\circ} (\pm 0,73)$  (Tabela 1).

Até então, o CORA não havia sido utilizado na osteotomia na CCWO, sendo

somente em correções angulares de deformidades de ossos longos (FOX, 2016), na CBLO (RASQUE, et al. 2013) e TPLO (BRUECKER, 2018). Com esta nova proposta, o centro de rotação angular foi utilizado para aproximar os eixos ósseos anatômicos, estabelecendo um método repetível, para posicionamento da cunha mais proximal e não empírico, como era feito, de maneira que se alcance a inclinação do platô necessária. Assim, o CORA permite que se obtenha colinearidade dos eixos ósseos, com pequena angulação entre eles, ao se confeccionar e situar a cunha com base num ACA de um CORA de fechamento (PALEY, 2002; FOX e TOMLINSON, 2018).

A escolha de se determinar a situação da cunha através de um eixo anatômico proximal perpendicular ao platô tibial, e não como se efetua na CBLO, onde este é situado com angulação de 82 ou 80 graus para caudal (RASKE, et al. 2013), foi escolhida para permitir que o CORA ficasse mais proximal, trazendo proventos quanto a CCWO, como recomendado por Roe (2018). Caso fosse confeccionada a cunha com ângulo igual ao do CORA, isto iria zerar o APT, o que seria prejudicial ao ligamento cruzado caudal, meniscos e cartilagem articular (WARZEE, et al. 2001; REIF, et al., 2002; PIRAS e DUNLUP, 2012; SCHAEFER, 2018).



**Tabela 1** - Dados referentes a radiografias de 19 tíbias de cães quanto à determinação do ângulo do platô tibial (APT) avaliando-se o posicionamento da cunha da osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO) baseado no método do centro de correção angular (CORA) - Recife – 2019.

<b>Planejamento da CCWO – CORA em software</b>																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Média	Desvio padrão
<b>APT</b>	26,9	19,6	21,3	22,0	26,3	25,7	25,8	27,4	21,4	25,0	23,6	19,2	20,5	28,2	24,3	25,6	26,3	26,0	21,6	<b>24,04</b>	<b>2,79</b>
<b>Ângulo da Cunha (°)</b>	21,9	14,6	16,3	17,0	21,3	21,7	20,8	22,4	16,4	20,1	18,6	14,2	15,5	23,2	19,3	20,6	21,3	21,0	16,6	<b>19,09</b>	<b>2,83</b>
<b>Altura base da cunha (mm)</b>	7,3	9,0	7,1	7,4	10,0	10,0	8,0	9,3	6,3	10,0	11,0	5,1	6,0	7,9	7,5	7,5	8,0	7,3	9,3	<b>8,10</b>	<b>1,54</b>
<b>APT final</b>	8,2	7,3	8,2	8,3	8,0	6,3	8,8	7,9	7,3	8,2	8,2	7,0	7,1	7,5	7,0	8,7	8,2	8,4	6,5	<b>7,74</b>	<b>0,73</b>

ATP: ângulo do platô tibial; mm: milímetro.

Os resultados encontrados pelo novo método em estudo, situando a cunha com base no CORA e alinhando os fragmentos pela cortical cranial, permitiram alcançar níveis de redução do APT situados entre 6,5 a 12°, capazes com isto de estabilizar o movimento de gaveta, impedir sobrecarga do ligamento cruzado caudal e ainda prevenir lesões articulares abrasivas, possíveis de ocorrer ao se reduzir o APT para 6°, angulação considerada não adequada atualmente (RASKE et al., 2013). Duerr, et al. (2008) realizando TPLO em cães gigantes com excessivo APT, verificaram eficiência do procedimento, quanto à recuperação funcional, ao se obter valores finais  $\leq 14^\circ$ .

Neste estudo preferiu se utilizar como ângulo da cunha o valor do APT menos 5°, conforme tradicionalmente recomendado na literatura (BOUDRIEAU, 2009; APELT, et al. 2010; MARQUES, et al. 2014; KOWALESKI et al., 2018), não usando a magnitude do ângulo do CORA menos um valor que culminasse no APT desejado, pois o APT é definido pelo cruzamento de duas linhas retas reais, que são uma que interliga os extremos do condilo tibial medial e a outra a do eixo mecânico desse osso (sempre uma única linha reta unindo as eminências intercondilares a centro do tálus) (KOWALESKY, et al. 2018). Já o CORA neutro é localizado pela intersecção de uma reta perpendicular a linha do platô tibial (eixo anatômico tibial proximal) e uma reta denominada de eixo anatômico tibial distal (PIRAS e DUNLOP, 2012; RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al. 2013), a qual é artificialmente determinada sem ser real, pois o verdadeiro eixo anatômico da tíbia é formado por inúmeras retas, acompanhando a curvatura pro curvato da porção proximal (PETTAZONI e JAEGER, 2008), o que traria variabilidade e imprecisão na redução do APT, que é normalmente medido pelo eixo mecânico. Uma futura pesquisa poderia elucidar se a correção do procurvato, usando os princípios do método do CORA, poderia substituir a técnica tradicional de se determinar o ângulo da cunha (APT – x versus CORA - x).

Durante o estudo, a cunha foi situada inicialmente em duas direções, mas tendo sempre como referência o seu vértice coincidir com o ACA da cortical caudal. Foi posicionada centrada sobre a bissetriz traçada a partir do ponto do CORA em direção craniocaudal em 36,9% (7/19) das tíbias e posicionadas também a partir da bissetriz, e voltada para distal dessa referência em 63,1% (12/19), quando não havia o espaço mínimo de 5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar para posicionar a linha de osteotomia proximal. Isto ocorreu nos casos de se ter um APT igual ou

maior que  $23,6^\circ$ , gerando um CORA alto.

O ponto de marcação da cunha, a partir de 5 mm distalmente à inserção do ligamento patelar, seguiu a distância mínima recomendada, de 3 a 5 mm, por Roe (2018). Terreros e Daye (2020) avaliaram os resultados de CCWO no tratamento de casos com APT excessivos, no qual a osteotomia foi feita a uma distância de 1 mm da tuberosidade tibial. No entanto, adicionaram à fixação com placa de TPLO o bloqueio de duas bandas de tensão na qual, uma delas, era posicionada acima e abaixo da osteotomia, sem colocação de pinos. Neste estudo, foi verificado que, enquanto se situar a cunha com sua bissetriz passando pelo CORA neutro, ocorre total convergência dos eixos anatômicos, que se desfaz discretamente no alinhamento das corticais craniais, ficando o eixo proximal mais caudal. Ao se deslocar a base da cunha para uma posição mais distal, objetivando cumprir o requisito dos 5 mm, e mantendo se o vértice no mesmo ACA, surgiu discreta divergência entre os eixos, ficando o distal mais caudal, divergência essa que incrementou ao se alinhar as corticais craniais.

Também, em novo ensaio, com as mesmas tíbias, a cunha posicionada com referência ao ponto do CORA, foi comparada também quanto a um posicionamento mais proximal e a um mais distal. Em nenhum desses posicionamentos as medidas da linha proximal e da linha distal da cunha possuíam o mesmo comprimento; quando a cunha é centrada sobre a bissetriz, a linha proximal sempre teve maior comprimento do que a linha distal, devido ao formato anatômico da tíbia, mais larga no terço médio proximal (Figura 2).

O APT encontrado variou, em relação ao alinhamento dos fragmentos, da seguinte forma: 1) pelas corticais craniais, 2) pelo encontro dos eixos anatômicos e 3) pelas corticais caudais, para todos tendo uma cunha de  $5^\circ$  menor que o APT inicial e posicionada com seu ápice diretamente tocando a cortical caudal da tíbia (Figura 3). A escolha de se alinhar pela cortical cranial visou melhores aposição dos fragmentos e estabilidade óssea pos fixação da osteotomia, em detrimento de pequena perda de convergência dos eixos anatômicos a nível do CORA neutro.

Após a remoção da cunha pelo método descrito e comparando os resultados encontrados do APT na Tabela 2, observa-se que a média do APT, segundo o alinhamento dos fragmentos, variou de  $7,73^\circ$  a  $8,03^\circ$  e, para a margem de erro fixada, não se comprova diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as três categorias de

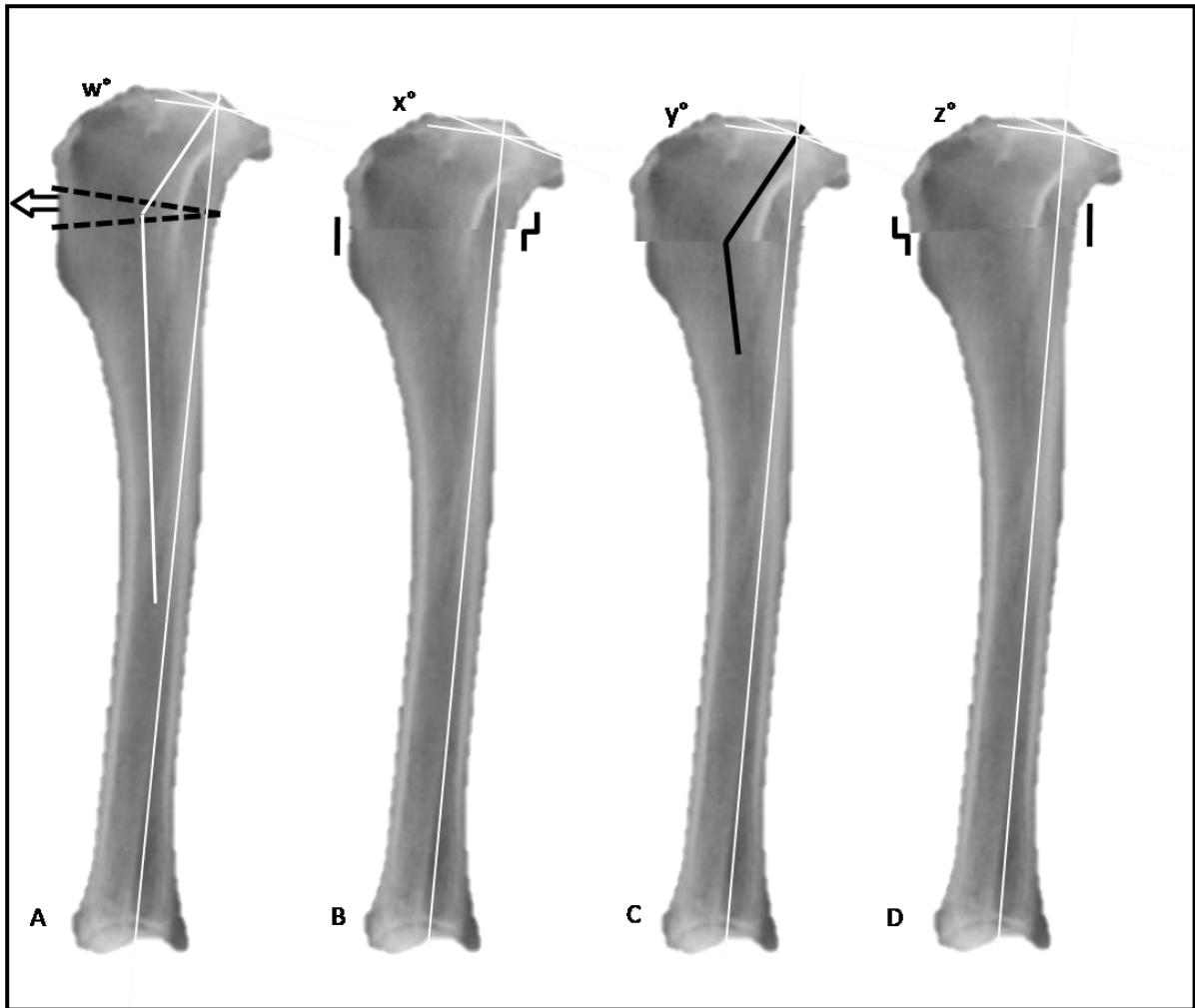
alinhamento. A variabilidade expressa através do desvio padrão se mostra reduzida desde que a referida medida foi inferior a 1/3 das médias correspondentes. Não existem relatos na literatura sobre esse feito encontrado neste estudo com uso do CORA para CCWO.

Já foram estudados os alinhamentos numa osteotomia completa da tíbia em cunha e os resultados aqui encontrados contrapõem aos de Bailey, et al. (2007), que comparando os alinhamentos verificaram que, quando a osteotomia foi realizada proximal e os córtices caudais alinhados, a inclinação do platô tibial, no pós-operatório, foi maior do que quando os córtices craniais foram alinhados, resultando em uma inclinação de 7° e 9°, respectivamente, consideradas não significativa. O alinhamento pela cortical cranial é utilizado na CCWO tradicional e continua sendo o mais usado, mesmo com modificações da técnica feita por Wallace, et al. (2011) e Frederick e Cross (2017).

Os resultados na tabela 3 mostram que as médias do APT, segundo a altura da cunha, variaram de 7,74° - quando a altura foi no CORA - a 8,47° - quando mais distal - e de 7,26° quando a altura esteve a 5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar. A diferença se mostra significativa ( $p < 0,001$ ), pelos testes de comparações múltiplas. A variabilidade foi bastante reduzida, desde que os valores dos desvios padrão foram inferiores a 1/3 das médias correspondentes.

Isso demonstra que o posicionamento da osteotomia da cunha tem efeito geométrico no eixo longo da tíbia e no APT alcançado, de acordo com o citado por Kowaleski e McCarthy (2004) e Bailey et al., (2007). No entanto, atingindo o objetivo do planejamento (encontrar o APT entre 6,5° a 12°), obteve-se um APT médio de 7,74° (tabela 4), com uma cunha correspondente a 5° menor que o APT e posicionando-a baseado no método do CORA.

Bailey, et al. (2007), também compararam a altura da cunha alinhando os fragmentos pelas corticais craniais, assim como verificado aqui, e relataram que a confecção proximal da cunha resultou em uma inclinação pós-operatória de 7°, porém quando a cunha seguiu uma osteotomia distal promoveu resultado de 11,5°.



**Figura 3.** Determinação do APT no planejamento da CCWO com posicionamento da cunha sobre o CORA, **A.** Alinhamentos dos fragmentos proximal e distal após osteotomia: pela cortical cranial, **B;** pelo encontro dos eixos anatômicos proximal e distal, **C;** e pela cortical caudal, **D.**

**Tabela 2** - Valores de diferentes ângulos do platô tibia (APT) encontrados em relação ao alinhamento dos fragmentos, pelas corticais craniais, pelo encontro dos eixos anatômicos e pelas corticais caudais, de uma cunha com ângulo equivalente a 5° menor que o APT (inicial) pela técnica de osteotomia em cunha de fechamento cranial baseada no centro de correção angular (CCWO – CORA), com planejamento e ‘corte’ através de software *vPOP PRO* - Recife – 2019.

**APT em relação ao alinhamento dos fragmentos**

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Média*	Desvio padrão
<b>Cortical cranial</b>	8,2	8,3	8,0	6,3	8,8	7,9	7,3	8,2	8,2	7,0	8,2	7,0	7,1	7,5	7,0	8,7	8,2	8,4	6,5	<b>7,73</b>	<b>0,74</b>
<b>No eixo anatômico</b>	8,3	8,5	8,2	7,4	7,9	7,6	6,6	8,2	7,6	7,5	7,6	7,5	7,4	8,1	7,6	8,5	8,2	7,2	6,5	<b>7,77</b>	<b>0,48</b>
<b>Cortical caudal</b>	8,5	8,6	8,2	8,6	7,9	7,9	6,6	8,8	7,9	7,8	7,9	7,8	7,5	8,2	8,0	8,9	8,2	8,5	7,9	<b>8,03</b>	<b>0,54</b>

\*Valor de  $p^{(1)} = 0,107$

(1) Teste F (ANOVA) para medidas repetidas.

**Tabela 3** - Valores dos ângulos de platô tibial (APT) encontrados em relação à altura do posicionamento da cunha, pela técnica da osteotomia em cunha de fechamento cranial baseada no centro de correção angular (CCWO – CORA); mais elevada (5 mm abaixo da inserção do ligamento patelar) e mais distal, em nível da proeminência distal da tuberosidade da tíbia, na qual a cunha teria um ângulo equivalente a 5° menor que o APT (inicial), e teve o ‘corte’ da cunha em software *vPOP PRO*- Recife – 2019.

<b>APT em relação à altura da cunha</b>																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Média*	Desvio padrão
<b>5 mm à inserção do LP</b>	8,2	7,4	7,1	8,0	6,7	6,5	8,6	7,0	6,6	7,5	7,8	6,6	7,6	6,6	6,3	7,2	8,6	7,2	6,5	<b>7,26<sup>(A)</sup></b>	<b>0,72</b>
<b>CORA</b>	8,2	7,3	8,2	8,3	8,0	6,3	8,8	7,9	7,3	8,2	8,2	7,0	7,1	7,5	7,0	8,7	8,2	8,4	6,5	<b>7,74<sup>(B)</sup></b>	<b>0,73</b>
<b>Distal</b>	9,0	8,1	7,6	8,9	9,9	8,3	7,7	8,7	8,3	8,8	9,3	7,6	7,7	8,3	8,6	9,2	8,5	8,5	7,9	<b>8,47<sup>(C)</sup></b>	<b>0,63</b>

ATP: ângulo do platô tibial; LP: ligamento patelar; CORA: centro de rotação angular.

\* Valor de  $p^{(1)} = < 0,001$  (diferença significativa a 5%)

(1) Teste F (ANOVA) para medidas repetidas com comparações de *Bonferroni*

Obs. Se as letras entre parêntesis são todas distintas se comprova diferenças significativas entre as categorias da altura da cunha.

O encurtamento ósseo provocado na técnica tradicional de CCWO era citado como uma desvantagem na sua utilização (ROE, 2018). Na Tabela 4, verifica-se que as médias de encurtamento ósseo entre o antes e após a remoção da cunha, feito em software vPOP PRO PRO, foram maiores quando mensurados a partir dos pontos cranial do platô (0,38 cm) e da eminência intercondilar (0,16 cm) e menores (- 0,20 cm = aumentou o comprimento), quando mensurado no ponto caudal do platô. Estas diferenças se mostraram significativas entre cada um dos comprimentos. A mensuração traçada dentre as três utilizadas para verificar o encurtamento tibial, obtida desde os intercôndilos proximal até o centro do tálo, acredita-se que representa melhor referência, pois localiza-se de maneira centralizada na cunha removida. No entanto, o aumento da distância em relação ao limite caudal do platô, devido à correção do procurvato (encurvamento caudal do fragmento proximal), indica a vantagem de se realizar a CCWO pelo método do CORA, que alinha os eixos ósseos. A minimização do procurvato anatômico, que ocorre ao se aproximar os fragmentos ósseos remanescentes da cunha removida, termina elevando a parte caudal do platô tibial. Ressalta-se também que a diferença obtida nos comprimentos medidos nas extremidades do platô cranial e do platô caudal, deve-se à diferença de tamanho representado pelo formato da estrutura removida, com seu vértice na cortical caudal e a base do triângulo na cortical cranial.

A maneira que se mensurou o comprimento tibial diferencia-se de outros autores (WALLACE, et al. 2011). Neste estudo, obtiveram-se resultados demonstrativos de que, usando o planejamento através do CORA, é possível não provocar um considerável encurtamento tibial (cranial= $0,38\pm 0,25$  cm; eminência= $0,16\pm 0,27$  cm e até alongamento , caudal = -  $0,20\pm 0,25$  cm), quando comparado com os resultados (0,25 cm) de Wallace, et al. (2011), complicação de encurtamento citada por esses autores e Kowalesky, et al. (2018), que colocava em desvantagem o uso da CCWO tradicional em relação à TPLO.



**Tabela 4** - Comprimento ósseo da tíbia de cães com planejamento da osteotomia em cunha de fechamento cranial baseada no centro de correção angular (CCWO – CORA), mensurados em três locais de medição, tendo nestes locais o centro do tálo como ponto em comum, no planejamento antes e após ‘corte’ da cunha com alinhamento dos ‘fragmentos’ pelas corticais cranial, feitos em software *vPOP PRO*. Medidas através da imagem radiográfica na projeção médio-lateral - Recife – 2019.

Comprimento ósseo (cm)																						
	Pontos de medição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Média*	Desvio padrão
Antes	Platô cranial	16,2	21,5	21,0	20,8	20,2	19,9	15,6	17,6	17,2	17,6	21,7	16,0	15,2	16,0	16,6	18,4	17,2	16,0	23,3	18,36	2,40
	Eminência	16,2	21,8	21,0	20,7	20,1	19,9	15,5	17,6	17,2	17,7	21,9	16,0	15,4	16,0	16,8	18,5	17,1	15,8	23,4	18,40	2,44
	Platô caudal	15,5	20,6	20,1	19,8	19,3	19,0	14,8	16,7	16,5	16,6	20,6	15,4	14,8	15,2	16,0	17,5	16,1	15,5	22,5	17,54	2,29
Após	Platô cranial	15,9	21,5	20,6	20,3	19,7	19,3	15,4	17,4	17,2	17,3	20,7	15,7	14,9	15,8	16,4	17,9	16,7	15,2	22,8	17,98	2,33
	Eminência	16,1	22,0	20,4	20,6	20,0	19,7	15,7	17,6	17,4	17,6	21,3	15,9	15,3	16,1	16,9	18,1	16,9	15,4	22,6	18,23	2,30
	Platô caudal	15,6	21,1	20,2	20,1	19,4	19,1	15,2	17,1	16,9	17,0	20,5	15,5	14,8	15,7	16,3	17,5	16,3	15,9	22,0	17,75	2,18
Diferença	Platô cranial	0,37	0,04	0,33	0,42	0,43	0,56	0,20	0,20	-0,03	0,28	1,04	0,29	0,30	0,20	0,21	0,57	0,51	0,78	0,55	<b>0,38</b>	<b>0,25</b>
	Eminência	0,08	-0,19	0,58	0,15	0,12	0,24	-0,14	-0,05	-0,17	0,04	0,56	0,16	0,14	-0,09	-0,08	0,34	0,21	0,38	0,80	<b>0,16</b>	<b>0,27</b>
	Platô caudal	-0,08	-0,47	-0,10	-0,29	-0,18	-0,12	-0,36	-0,46	-0,43	-0,38	0,05	-0,07	0,03	-0,54	-0,28	0,00	-0,28	-0,41	0,50	<b>-0,20</b>	<b>0,25</b>

Valores dos dados em escala centesimal. cm: centímetro.

(\*) Valor de p:  $p^{(1)} < 0,001$ . Diferença significativa a 5%.

(1) Teste F (ANOVA) para medidas repetidas com comparações de Bonferroni.

Obs. Se as letras entre parêntesis são todas distintas se comprova diferenças significativas entre as categorias da altura da cunha.

## Conclusão

A técnica modificada de CCWO, com planejamento baseado no método CORA para situar a confecção da cunha (utilizando o software vPOP PRO), permitiu reduzir o platô tibial a um nivelamento adequado, com mínimo ou nenhum encurtamento tibial, por corrigir o procurvato tibial proximal, assinalando ser apropriado o alinhamento pela corticais craniais, com ressecção da cunha a nível proximal baseado no CORA, no ACA e na distância até a tuberosidade tibial, otimizando a técnica para estabilização da articulação do joelho nos casos de ruptura de ligamento cruzado cranial.

## Referências bibliográficas

- AERTSENS, A.; ALVAREZ, R.; PONCET, C. M.; BEAUFRÈRE, H.; RAGETLY, G.R. Comparison of the tibia plateau angle between small and large dogs with cranial cruciate ligament disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 28, p.385–390, 2015.
- BAILEY, C.J.; SMITH, B.A.; BLACK, A.P. Geometric implications of the tibial wedge osteotomy for the treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 20, p. 169–174, 2007.
- BRUECKER, KENNETH A.. CORA based TPLO for Steep Tibial Plateau Angle. 5th World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS • 19th ESVOT Congress, **Proceedings**, • Barcelona, September 12th-15th, 2018, 158-160 p.
- DRYGAS, K. A.; *et al.* Effect of Tibial Plateau Leveling Osteotomy on Patellar Tendon Angle: A Radiographic Cadaveric Study. **Veterinary Surgery**, v. 39, p. 418–424, 2010
- DUERR, F.M.; DUNCAN, C.G., SAVICKY, R.S., PARK,R.D., EGGER, E.L., PALMER, R.L.. Comparison of surgical treatment options for cranial cruciate ligament disease in large-breed dogs with excessive tibial plateau angle. **Veterinary Surgery**, v. 37, p. 49–62, 2008.
- FOX, D.B. TOMLINSON,J.L., COOK, J.L., BRESHEARS, L.M. Principles of Uniapical and Biapical Radial Deformity Correction Using Dome Osteotomies and the Center of Rotation of Angulation Methodology in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 35, p. 67–77, 2006.
- FOX, D. Radius and Ulna. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. *Veterinary surgery: small animal*, 2. Ed.. St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018. Cap 54, p. 2500 – 2561.

FOX, D.B.; TOMLINSON, J.L. Principles of Angular Limb Deformity Correction. In: JOHNSTON, S. A.; TOBIAS, K. M. **Veterinary Surgery: Small Animal**, 2 ed., St. Louis, Missouri: Elsevier, v. 1, cap 46, p. 2152, 2018.

FREDERICK, S.W.; CROSS, A.R. Modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament insufficiency in dogs with excessive tibial plateau angles: Technique and complications in 19 cases. **Veterinary Surgery**, v. 46, p. 403–411, 2017.

KORVICK, D. L.; PIJANOWSKI, G.J.; SCHAEFFER, D.J. Three-dimensional kinematics of the intact and cranial cruciate ligament-deficient stifle of dogs. **Journal of Biomechanics**, v. 27, p. 77–87, 1994.

KOWALESKI, M. P.; MCCARTHY, R. J. Geometric analysis evaluating the effect of tibial plateau leveling osteotomy position on postoperative tibial plateau slope. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 17, p. 30–34, 2004.

KOWALESKI, M. P., BOUDRIEU, R. J., POZZI, A. Título: stifle joint. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. **Veterinary surgery: small animal**, 2 ed., St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018. Pag. 2925 – 3157

PALEY, D. **Principles of Deformity Correction**. New York: Springer Verlag, 2002. 806 p.

PIRAS, A.; DUNLOP, G. Early clinical experiences with Cora Based Tibial Plateau Levelling Osteotomy (CBTPLO) in toy breed dogs. In: 16th ESVOT Congress, **Proceedings**, Bologna (Italy), p.334-336, 2012.

PETAZZONI, M., JAEGER, G.H. **Atlas of Clinical Goniometry and Radiographic Measurements of the Canine Pelvic Limb**. Merial, 2008, 96 p.

RASKE, M.; HULSE, D., BEALE, B., SAUNDERS, W.B., KISHI, E, KUNZE, C. Stabilization of the CORA based leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament injury using a bone plate augmented with a headless compression screw. **Veterinary Surgery**, v. 42, p. 759 – 764, 2013.

READ, R.A.; ROBINS, G.M. Deformity of the proximal tibia in dogs. **Veterinary Record**, v. 111, p. 295–298, 1982.

REIF, U. HULSE, D.A, HAUPTMAN, J.G. Effect of leveling on stability of the canine cruciate-deficient stifle joint: an in vitro study. **Veterinary Surgery**. v. 31, p. 147–154, 2002.

ROE, S. C.. Closing Cranial Wedge Osteotomy and Triple Tibial Osteotomy. In: MUIR, Peter (ed.). **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, 2018. Cap. 29. p. 243-248.

SCHAEFFER, S. L. Tibial Plateau Leveling Osteotomy. In: MUIR, Peter (ed.). **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley,

2018. Cap. 27. p. 217-226, 2018.

SELMI, A.L.; PADILHA FILHO, J.G. Rupture of the cranial cruciate ligament associated with deformity of the proximal tibia in five dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, p. 390–393, 2001.

SLOCUM, B.; DEVINE, T. Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 184 n. 5, p. 564–569, 1984.

TERREROS, A, DAYE, R.M. Modified cranial closing wedge osteotomy to treat cranial cruciate ligament deficient stifles with excessive tibial plateau angles: Complications, owner satisfaction, and midterm to long-term outcomes. **Veterinary Surgery**. vol. 49, n 6, p 1109-1117, 2020.

TUDURY, E.A.; QUEIROZ, R. A. Osteotomia de nivelamento do plato tibial em cães com ruptura do ligamento cruzado cranial. **Clínica Veterinária**, v. 23, n. 136, p. 30-56, 2018.

VEZZONI, A. TPLO by Slocum: a successful approach in the treatment of cranial cruciate ligament injuries. In: World Small Animal Veterinary Association World Congress **Proceedings**. Cremona, Italy, 2004. Disponível em: <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pld=11181emeta=Genericeca&tld=30093eid=3852273eind=351eobjTypeID=17>, Acesso em: 09/08/2021

vPOP PRO PRO. **VetSOS Education (VetSOS Education LTD)**. Disponível em: [https://br.formidapps.com/ios/app.vPOP\\_PRO-pro-xDBDBCxA.aspx](https://br.formidapps.com/ios/app.vPOP_PRO-pro-xDBDBCxA.aspx). Acesso em: 10/08/2021.

WALLACE, A. M.; ADDISON, D.S.; SMITH, B.A.; RADKE, H; HOBBS, S.J. Modification of the cranial closing wedge osteotomy technique for the treatment of canine cruciate disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, n. 6, p. 457–462, 2011.

WARZEE, C.C.; DEJARDIN,L.M., ARNOCZKY,S.P., PERRY, R.L. Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate-deficient stifles: an in vitro experimental study. **Veterinary Surgery**, v. 30, p. 278–286, 2001.

## ARTIGO A PUBLICAR NÚMERO 2

### APRIMORAMENTO DA TÉCNICA CCWO PARA CÃES COM RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL

### IMPROVEMENT OF THE CCWO TECHNIQUE FOR DOGS WITH CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE

Eduardo Alberto Tudury<sup>1</sup>; Vanessa Sacramento de Melo<sup>2</sup>; Rafael Alexandre Queiroz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Professor Associado IV, DMV, UFRPE, Recife-Pernambuco, Brasil; Médico Veterinário, Mestre. E-mail para correspondência: [respeit@hotmail.com](mailto:respeit@hotmail.com)

#### Resumo

A osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO) é uma das técnicas periarticulares de osteotomia da tíbia que visa reduzir o ângulo do platô tibial (APT) e assim anular o deslocamento cranial da tíbia proximal em relação aos côndilos femorais. Esta pesquisa teve como objetivo introduzir nessa técnica vários aprimoramentos, visando maior eficiência terapêutica. Dentre eles coube o uso no planejamento do programa vPOP PRO; utilizar o método do centro de rotação angular (CORA) para situar onde resseccionar a cunha; executar os procedimentos baseado em seis medidas de localização; verificação pré-cirúrgica, por comparação em negatoscópio, da relação entre a placa, parafusos e a radiografia impressa em tamanho real; realizar, quando possível, a meniscectomia por mínima abordagem medial; dissecação do músculo tibial cranial e sua aponeurose para usá-los na síntese como ponto de ancoragem do “pes anserinus”; fazer com serra manual pré corte da cortical “Cis” que evitasse o deslizamento fora da linha proposta da serra oscilatória; efetuar compressão inter fragmentária mediante pinça de Weber, banda de tensão e placa de osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO); auto enxertia do osso corticoesponjoso da cunha sob o músculo tibial cranial. Foram operados 15 joelhos de 12 cães com diagnóstico clínico e radiográfico de RLCCr, onde os fragmentos tibiais, proximal e distal, foram fixados conforme pré-determinado, cuja cunha nunca ficou a menos de cinco mm distal à inserção do ligamento patelar na tuberosidade tibial. Isto conferiu espaço ósseo suficiente para a osteosíntese com placa para TPLO (com bloqueio) e estabilização auxiliar com banda de tensão. O APT médio de 24,76° (±4,08) reduziu para 9,26° (±3,82), com mudança satisfatória

da claudicação. A técnica aqui modificada demonstrou ser eficaz para o nivelamento do platô tibial, proporcionando 86,66% (13/15) de melhora dos joelhos operados, com mínimo encurtamento tibial, ausência de calo ósseo identificável apesar da correta consolidação óssea; bem como muita satisfação dos respectivos tutores ante o rápido retorno à apropriada e indolor deambulação. Sugere-se avaliação da técnica em maior tempo e números de animais.

**Palavras-chaves:** lesão articular; ligamentos cruzados; planejamento; osteotomia; osteosíntese.

### Summary

Cranial closing wedge osteotomy (CCWO) is one of the periarticular techniques of tibial osteotomy that aims to reduce the tibial plateau angle (APT) and thus cancel out the cranial displacement of the proximal tibia in relation to the femoral condyles. This research aimed to introduce several improvements to this technique. Among them was the use of vPOP PRO – veterinary Preoperative Orthopedic Planning; use the center of angular rotation method (CORA) to resect the wedge; perform the procedures based on six location measurements; preoperative verification, by comparison in a negatoscope, of the relationship between the plate and the printed radiograph in real size; perform meniscectomy by minimal medial approach when possible; dissection of the cranial tibial muscle and its aponeurosis to use them in synthesis as an anchorage point for the “pes anserinus”; use a manual saw to pre-cut the “Cis” cortical to avoid sliding outside the proposed line of the oscillating saw; perform interfragmentary compression using Weber forceps, tension band and tibial plateau leveling osteotomy plate (TPLO); autografting of the cortico-spongy bone of the wedge under the cranial tibial muscle. Fifteen stfles of 12 dogs with clinical and radiographic diagnosis of CrCLR were operated, where the tibial fragments, proximal and distal, were fixed as predetermined, whose wedge was never less than 5 mm distal to the insertion of the patellar ligament in the tibial tuberosity. This provided enough bone space for osteosynthesis with a TPLO plate (with block) and auxiliary stabilization with a tension band. The mean APT of 24,76° ( $\pm 4,08$ ) reduced to 9.26° ( $\pm 3,82$ ), with a satisfactory change in lameness. The technique modified here proved to be effective for leveling the tibial plateau, inhibiting the cranial displacement of the tibia, providing 86.66% (13/15) of improvement in the

operated knees, with minimal tibial shortening and no identifiable bone callus despite being correct; as well as much satisfaction from the respective owners, in view of the quick return to the proper and painless walking. It is suggested to evaluate the technique in greater time and numbers of animals.

**Key words:** joint damage; cruciate ligaments; planning; osteotomy; osteosynthesis

## Introdução

O tratamento para ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) pode ser cirúrgico ou conservador. A cirurgia envolve técnicas intra ou extra-capsulares e aquelas periarticulares com osteotomias (TTA, TPLO, CCWO, CBLO, etc.) (MARQUES, et al. 2014; KOWALEWSKI, et al. 2018). Quando há ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) a articulação do joelho apresenta grande instabilidade, e esse mecanismo tem, por consequência, o desenvolvimento e progressão da doença articular degenerativa (DAD). A progressão da DAD pode ser minimizada pela intervenção cirúrgica (MUIR et al., 2010; KOWALESKI, et al. 2018).

Os procedimentos de estabilização periarticulares têm como objetivos nivelar o platô tibial perpendicular ao ligamento patelar ou alterar o ângulo do ligamento patelar, para que fique perpendicular ao platô tibial. Assim, a modificação biomecânica elimina o impulso cranial da tíbia durante a locomoção. O nivelamento do platô tibial reduz a magnitude da força de impulso tibial cranial para recuperar a estabilidade da articulação do joelho ao estar em extensão durante a fase de apoio da locomoção, sendo necessário para manter a estabilidade da articulação. (SANTOSCOY, 2008; GRIFFON, 2010; MARQUES, et al. 2014; JOHNSTON e TOBIAS, 2018).

A escolha da técnica cirúrgica varia segundo conformação do animal e a preferência do cirurgião. A CCWO foi a primeira osteotomia corretiva para cães que surgiu, em 1984, para promover uma alteração da geometria óssea tibial proximal, eliminando o avanço cranial da epífise tibial, que ocorre na RLCCr, alterando a relação entre o ângulo de platô tibial (APT) e o ligamento patelar, neutralizado a força de cisalhamento femorotibial cranial, lesiva para as estruturas articulares (KIM, et al., 2008). Para reduzir o deslocamento do eixo funcional, a osteotomia é realizada o mais proximal possível (SCHAEFER, 2018).

A CCWO possui as potenciais vantagens de ser utilizada em qualquer tibia, em cães com APT excessivamente íngreme e também se houver deformidades associadas em varo, valgo ou rotação tibial, porém o encurtamento ósseo da tradicional técnica levou a sua substituição por outras mais recentes (ROE, 2018). Uma destas é a osteotomia de nivelamento baseada no CORA (CBLO), que tem como referência o uso do conceito do centro de rotação angular (CORA) para centralizar a osteotomia curvilínea e alinhar os eixos, sem atingir a epífise proximal (RASKE, et al. 2013).

A técnica para estabilizar a articulação do joelho, proposta por Piras e Dunlop, 2012; Raske e Hulse, (2012) e Raske et al., (2013) é baseada em um método de osteotomia determinado pelo Centro de Rotação Angular (CORA – sigla em inglês “*center of rotation of angulation*”), conhecido como osteotomia de nivelamento baseada no CORA (CBLO – sigla em inglês “*cora based leveling osteotomy*”). A osteotomia de nivelamento anatômico baseado em CORA baseia-se nos princípios de correção da deformidade e na metodologia do CORA, conforme descrito por Paley (2002). A localização ideal da osteotomia é estabelecida por meio da determinação digital do CORA e da bisetriz do eixo de correção (ACA) (RASKE, et al. 2013; HNÍZDO, 2017; PUTAME, et al. 2019;). Estes pontos servem como referência para situar a osteotomia, permitindo maior exatidão na cirurgia e tem como finalidade evitar o movimento de gaveta cranial da tibia proximal na correção do APT (RASKE, et al, 2013). Em 2018, Bruecker propôs também usar o método do CORA para situar a osteotomia na TPLO, porém resultando num corte ósseo mais distal.

O método do CORA foi desenvolvido na cirurgia ortopédica pediátrica humana (PALEY, 2002) para o tratamento de deformidades angulares, baseando as osteotomias em princípios geométricos, oferecendo um guia para apropriada correção de deformidades angulares e localização das osteotomias, independente do osso em questão ou o tipo de implante de fixação (FOX e TOMLINSON, 2018). Paley (2002) propõe que, em deformidades ósseas angulares no plano sagital, a osteotomia tibial seja guiada pelo Centro de Rotação da Angulação (CORA), utilizando-se, posteriormente, para corrigir a deformação, as técnicas de cunha aberta ou fechada ou a técnica da osteotomia radial.



Para se localizar o CORA a primeira ação a ser executada é determinar os eixos ósseos. Os eixos podem ser anatômicos ou mecânicos e podem ser estabelecidos para o membro inteiro ou para um osso específico. O eixo anatômico é definido como uma linha que passa através do centro ou metade da diáfise do osso, no plano frontal e no sagital. Em ossos curvos, os eixos anatômicos podem ser representados por duas linhas retas (FOX, et al. 2006; FOX e TOMLINSON, 2018).

Deformações angulares, como varo ou valgo femoral e tibial, assim como as diversas deformações a esse respeito, que ocorrem no rádio/ulna, atualmente vem sendo corrigidas através do princípio do CORA (FOX, 2018; KOWALESKY, et al. 2018). Nestas situações, se tem uma angulação anormal a ser corrigida, por alinhamento de eixos anatômicos ou mecânicos, mas, por vezes, não se pretende que a junção dos dois eixos tenha sua angulação zerada, já que existe uma normalidade anatômica de angulação articular (FOX e TOMLINSON, 2018). Devido a isto, as cunhas a serem removidas para atingir a correção da deformidade angular não tem o mesmo ângulo do CORA, senão aquele que, como resultado final, atinja a angulação articular considerada normal pretendida (FOX, 2018, FOX e TOMLINSON, 2018, KOWALESKY, et al. 2018). Portanto, analogicamente, sendo as angulações do platô tibial situadas entre 6,5 a 13 graus (PIRAS e DUNLOP, 2012, RASKE, et al. 2013) evitariam o deslocamento cranial da tibia, quando cães com ruptura do LCC apoiarem o pé no chão. Essa metodologia acima citada pode ser seguida quando se pretende remover a cunha proximal tibial na CCWO.

Durante décadas considerou-se como adequado reduzir o APT para aproximadamente 5° e 6,5° (BOUDRIEU, et al. 2009), visando anular o cisalhamento cranial. Bailey et al., (2007) alcançaram os resultados esperados com este ângulo na CCWO. Ao longo das aplicações práticas e das avaliações intra-articulares após TPLO, verificou-se que, levando a angulações maiores, era possível também reduzir o deslocamento cranial da tibia, promovendo a estabilização articular. Portanto, reduzir a 6° não é mais necessário, pois “super corrige” o impulso cranial na rotação (DRYGAS, et al. 2010) e pode provocar um deslocamento caudal da tibia (REIF, et al. 2002). Uma rotação adicional aumenta a tensão no ligamento cruzado caudal (LCCa) (SCHAEFER, 2018). De acordo com avaliação feita por Warzee et al. (2001), uma rotação de 6,5° para 0° faz aumentar

o estiramento do LCCa em  $37,7 \pm 17,4\%$ .

De acordo com Hulse, et al. (2010), mantendo a faixa de inclinação do APT entre  $9^\circ$  e  $12^\circ$  seria possível prevenir lesões articulares abrasivas, vistas quando se reduz a inclinação para aproximadamente  $6^\circ$  na TPLO. Assim, ainda há translação cranial da tíbia, porém mantém-se a complacência dos tecidos moles (cápsula articular e almofada de gordura). Posteriormente, Piras e Dunlup (2012) reforçam que levando a inclinação tibial para  $12^\circ$  a  $13^\circ$  ainda se evitam lesões abrasivas em cartilagem articular, por reter uma quantidade limitada de impulso cranial. Duerr, et al. (2008) realizando TPLO em cães gigantes com excessivo APT, verificaram eficiência do procedimento, quanto à recuperação funcional, ao se obter valores finais  $\leq 14^\circ$ .

Não existe uma localização padronizada para o posicionamento da osteotomia da cunha na CCWO. Na técnica tradicional a osteotomia era localizada mais distal, para que possibilitasse a fixação dos fragmentos com uma placa reta com compressão dinâmica. E, por isso, era recomendada a adição de outro implemento ou procedimento de estabilização. Em seu modelo de técnica, a cunha possuía um ângulo igual ao APT pré-cirúrgico. A placa utilizada era reta e precisava que no fragmento proximal houvesse espaço suficiente para colocação de três parafusos bicorticais (SLOCUM e DEVINE, 1984). Já Roe (2018) mais recentemente propõe que a cunha seja realizada o mais proximal possível.

O tamanho apropriado da cunha na CCWO irá depender da magnitude do APT, do nível da osteotomia e alinhamento das corticais. Um método indicado para determinar o ângulo da cunha apropriado com base nos resultados clínicos e biomecânicos da TPLO seria realizando uma cunha medida pelo APT  $- 5^\circ$ , com alinhamento cranial, para alcançar um APT final de  $5^\circ$  a  $6,5^\circ$  no pós-operatório (BOUDRIEAU, 2009; APELT et al., 2010; MARQUES et al., 2014; KOWALESKI et al., 2018).

Quanto a complicações relacionadas a técnicas de correção da angulação do platô tibial mediante osteotomias Griffon (2016) e KOWALESKY, et al. (2018), mencionaram severa hemorragia trans operatória, penetração do parafuso na articulação, afrouxamento ou quebra dos implantes, fraturas, osteoartrose pós-

cirúrgica, lesão meniscal, infecção (ferida, osso, articular), ostossarcoma, retardo de consolidação óssea, espessamento e inflamação do ligamento patelar, “patela baja”, transtornos da ferida cirúrgica, encurtamento do membro, dentre outros.

Para minimizar complicações pelo posicionamento proximal da cunha, com fratura e lesão do ligamento patelar, é recomendado ter uma distância mínima de 3mm a 5mm da crista tibial proximal para fazer a osteotomia (ROE, 2018). Para cães acima de 25 kg, recomenda-se evitar uma distância menor que 10 mm (OXLEY, et al. 2013).

A seleção do implante para fixar os fragmentos da CCWO é importante para reduzir o potencial de complicações. Placas em estilo TPLO, onde três ou mais parafusos estão concentrados em uma porção proximal expandida da placa, foram usadas recentemente para realizar a técnica de CCWO modificada (TERREROS e DAYE, 2020). Se uma placa projetada para TPLO é usada, é essencial adicionar fixação auxiliar, como um fio em banda de tensão cranial (KOWALESKY, et al. 2018; ROE, 2018). Além disto, Terreros e Daye (2020) mencionaram que a complementação com banda de tensão ale de adicionar estabilidade ao conjunto, facilita a redução precisa da osteotomia e a colocação subsequente da placa, metodologia que deve ser levada em consideração.

O formato da placa de TPLO e sua resistência a cargas cíclicas quando bloqueada se adequam perfeitamente à realização de CCWO, além do que fica minimizada a possibilidade de se atingir a articulação com a ponta de um dos parafusos, devido a angulação convergente e com inclinação ventral de seus parafusos proximais. A CCWO facilita colocar esse tipo de placa por se obter após a osteotomia um fragmento ósseo proximal maior (OXLEY, 2022). Esse autor também recomendou que a placa deve realizar compressão interfragmentar.

A porção próximo-medial da tíbia em cães se curva para fora e isso faz com que as placas utilizadas para TPLO, sejam também curvadas para fora na sua extremidade proximal de acordo com o osso. Devido a essa angulação os parafusos que são inseridos mais proximais podem acabar penetrando no espaço articular (KOWALESKI, et al. 2018). Segundo Kowaleski, et al. (2013) e Mathis, et al. (2015) o grau do modelagem necessário para se adaptar a conformação óssea é de 23° e as placas utilizadas comercialmente tem em média uma inclinação de 23,5° numa vista

frontal.

Algumas placas para TPLO utilizam uma combinação de parafusos de bloqueio e de fixação padrão (sem bloqueio). Esta fixação híbrida permite compressão axial se o parafuso sem travamento for colocado no modo de carga em um orifício de compressão dinâmica. Tal compressão Inter fragmentária permite a consolidação óssea direta dos fragmentos da osteotomia (DECAMP, et al. 2016, JOHNSTON, et al. 2018).

A técnica de se usar fio de cerclagem em banda de tensão objetiva converter forças de distração ativas em forças compressivas. As forças de tração exercidas pela contração dos músculos sobre fraturas, como as que envolvem a tuberosidade tibial, podem ser superadas e convertidas em forças compressivas pela inserção de dois fios (pinos) de Kirschner e um fio de aço em banda de tensão. Este dispositivo de fixação é mais estável quando o animal está suportando peso do que em repouso, o que é uma situação útil para o cirurgião ortopedista (JOHNSON, et al. 2005, DeCAMP, et al. 2016, JOHNSTON, et al. 2018).

Popak, et al. (2019) relataram ter feito CCWO em 18 cães (21 joelhos) de várias raças, peso entre 2,5 e 50kg (média 16,5kg), idades entre seis meses a 10 anos (média 6,2 anos) e APT entre 25 e 33 graus (média 30,5 graus), e que a consolidação óssea ocorreu em média, aos 100 dias e que neste período 16 cães estavam livres de claudicação e sem translação cranial tibial. Afirmaram que a técnica mostrou-se eficaz no tratamento da insuficiência ligamentar do cruzado em cães

A pinça de redução de fraturas de nome Weber possui duas pontas agudas que quando encravadas nas corticais ósseas correspondentes, permitem fazer maior aproximação, fixação e compressão entre os fragmentos. Têm sido usadas para redução e fixação de fraturas acetabulares, fraturas oblíquas de ossos longos, fraturas condilares de úmero e fêmur, entre outras, gerando ao mesmo tempo compressão entre os fragmentos (JOHNSON, et al. 2005; PIERMATTEI, et al. 2009). Por isso também tem sido parte importante da fixação e compressão dos fragmentos ósseos resultantes das osteotomias na TTA, TPLO e CBLO (VEREZ, et al. 2017).

Diante da grande quantidade de cães acometidos pela RLCCr, o objetivo

deste trabalho foi realizar modificações no planejamento e aplicação da CCWO . A hipótese foi que as modificações propostas permitiriam um melhor aproveitamento dessa técnica, em cães naturalmente acometidos pela afecção.

## Material e métodos

Neste estudo, sob autorização da CEUA nº 114/2019, um novo método de planejamento e execução foi desenvolvido para a técnica de CCWO. Foi avaliada a aplicação cirúrgica do planejamento da CCWO com posicionamento da cunha baseado no método do CORA, a fim de nivelar o APT, em 15 joelhos de 12 cães com diagnóstico clínico e radiográfico de RLCCr. Os animais possuíam histórico de dor e claudicação, evitando atividades que antes eram comuns.

No exame clínico ortopédico foi observado, no dia da consulta e após seis semanas de pós-operatório, o caminhar e trotar, classificando quando ao nível de claudicação, sendo realizado de modo visual, conforme o Quadro 1, adaptado para apreciar o uso do membro pélvico, após realizar diferentes osteotomias no tratamento desta doença (FERREIRA, 2013).

**Quadro 1** - Características clínicas dos graus de claudicação para classificar o uso do membro pélvico de cães com ruptura de ligamento cruzado cranial na consulta clínica e após serem submetidos à osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO) - Recife -2019.

Grau	Característica
<b>I</b>	Animal não se mantém em estação.
<b>II</b>	Animal se mantém em estação, porém não apoia o membro acometido.
<b>III</b>	Apoia o membro operado em estação, porém sem colocar carga (sem extensão dos dígitos) e não utiliza ao caminhar.
<b>IV</b>	Apoia o membro acometido em estação colocando carga (com extensão dos dígitos) e não utiliza ao caminhar.
<b>V</b>	Uso claudicante do membro acometido ao caminhar.
<b>VI</b>	Utiliza o membro acometido ao caminhar, sem claudicação, mas claudica ao trotar.
<b>VII</b>	Utiliza o membro acometido sem qualquer restrição.

Fonte: adaptado de Ferreira (2013)

A partir de exames radiográficos digitais da tíbia, joelho e tarso (em ângulos de 90 graus) do membro acometido, nas projeções médio-lateral e caudo-cranial, em

tamanho real e contendo gabarito, as imagens foram processadas no software *Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning* (vPOP PRO, 2021), específico para este tipo de planejamento cirúrgico ortopédico. Com esse programa digital, foi determinado o APT, o CORA, o posicionamento da cunha, o comprimento tibial no pré-cirúrgico (Figura 1) e previsão do resultado desses parâmetros após a osteotomia. A imagem obtida, após determinar qual seria o posicionamento da cunha, foi então impressa em folha de papel A4, para então ter o corte da cunha feita com tesoura e análise após fixação dos fragmentos remanescentes com fita adesiva. Assim, um novo APT e comprimento foram também obtidos manualmente, de forma similar ao verificado no software, que possibilitou a comparação dos resultados. O ângulo da cunha a ser removida possuía cinco graus a menos que o APT inicial, para que no final, pudesse alcançar um APT entre 6,5° e 12°.

Para saber o local em que deveria ser feita a osteotomia da cunha na cirurgia e fixada à placa, foram criadas distâncias com as denominações de acordo com os marcadores (D1 a D6) (Figura 3-C, D e E).

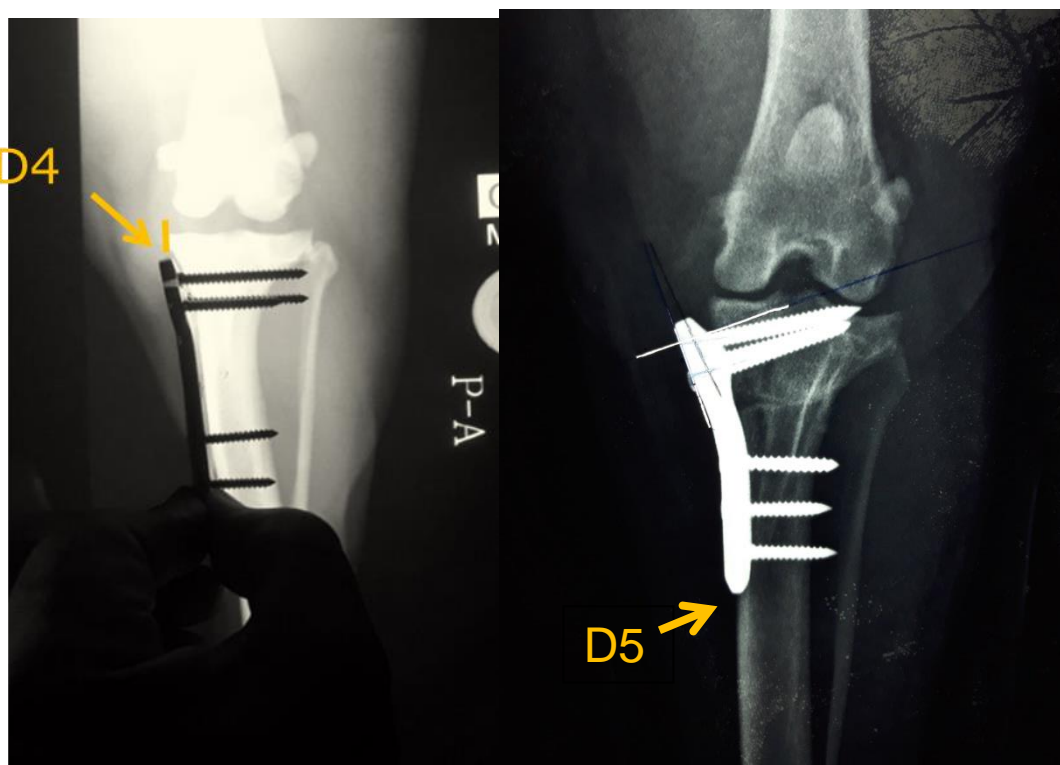
- D1: representa a distância entre a ponta distal da base da cunha, na face cranial e proximal da tíbia, até a parte mais proeminente da tuberosidade tibial;
- D2: representa a distância entre a ponta proximal da base da cunha, pela face cranial e proximal da tíbia, até a parte mais proeminente da tuberosidade tibial;
- D3: representa a distância entre a ponta caudal da tíbia proximal até o ACA;
- D4: representa a distância entre o plano dorsal da tíbia até a altura proximal da placa.
- D5: representa a distância do plano dorsal da tíbia até o comprimento distal da placa, ou o mesmo que a distância de D4 mais o comprimento da placa. Com a cunha já removida no planejamento digital e o tamanho da placa determinado de acordo com o tamanho do animal, é obtido o D5.

- D6: limite caudal dos orifícios proximais da placa prevendo que todos os parafusos sejam bicorticais (medida entre as radiopacidades das corticais caudais, medial e lateral).

Esses pontos foram baseados em processamento das radiografias no vPOP PRO e “*Templates*” (transparências) das placas de TPLO / CCWO / CBLO da fabricante Cão Médica, colocados sobre a imagem radiográfica real em filme de acetado de celulose.

Na imagem radiográfica em projeção caudo-cranial das tíbias, em tamanho real, superpondo a placa com os parafusos inseridos, sostida na mão, foram previstos os comprimentos dos parafusos da placa de TPLO 2,7 e 3,5 mm para serem bicorticais, em qual medida de D4 os parafusos não iriam para a articulação e nem para a linha de corte da osteotomia e se era necessário modelar a placa (Figura 1).

Após traçadas todas as medidas na imagem da tíbia, em tamanho real, com as mensurações anteriores estabelecidas em milímetros (mm), realizou-se, digitalmente, o corte da cunha conforme a localização do CORA, alinhando os fragmentos pelas corticais craniais.



**Figura 1.** Pré-cirúrgico, com determinação de D4 (distância do platô tibial até a placa) e D5 (distância do platô tibial até o extremo ventral da placa), necessidade de modelagem da placa, assim como, comprimento e direção dos parafusos.

Conforme esse método modificado de planejar a CCWO a técnica foi aplicada em cães com lesão do LCCr. Foram observadas as modificações radiográficas obtidas comparando pré e pós-cirúrgico do APT e o comprimento tibial, assim como resultados funcionais e complicações.

Trinta minutos antes do início da cirurgia, os pacientes receberam uma dose de cefalotina (30 mg/kg) intravenosa. Estando já com tricotomia, antissepsia e sob efeito de anestesia geral, na sala de cirurgia, com o membro afetado apoiado na mesa, com os campos cirúrgicos posicionados e fixados, procedeu-se a artrotomia. Inicialmente foi feita a artrotomia infrapatelar medial, seguida da realização da CCWO, conforme o método previamente planejado. O menisco medial foi removido parcial ou totalmente, caso estivesse lesionado.

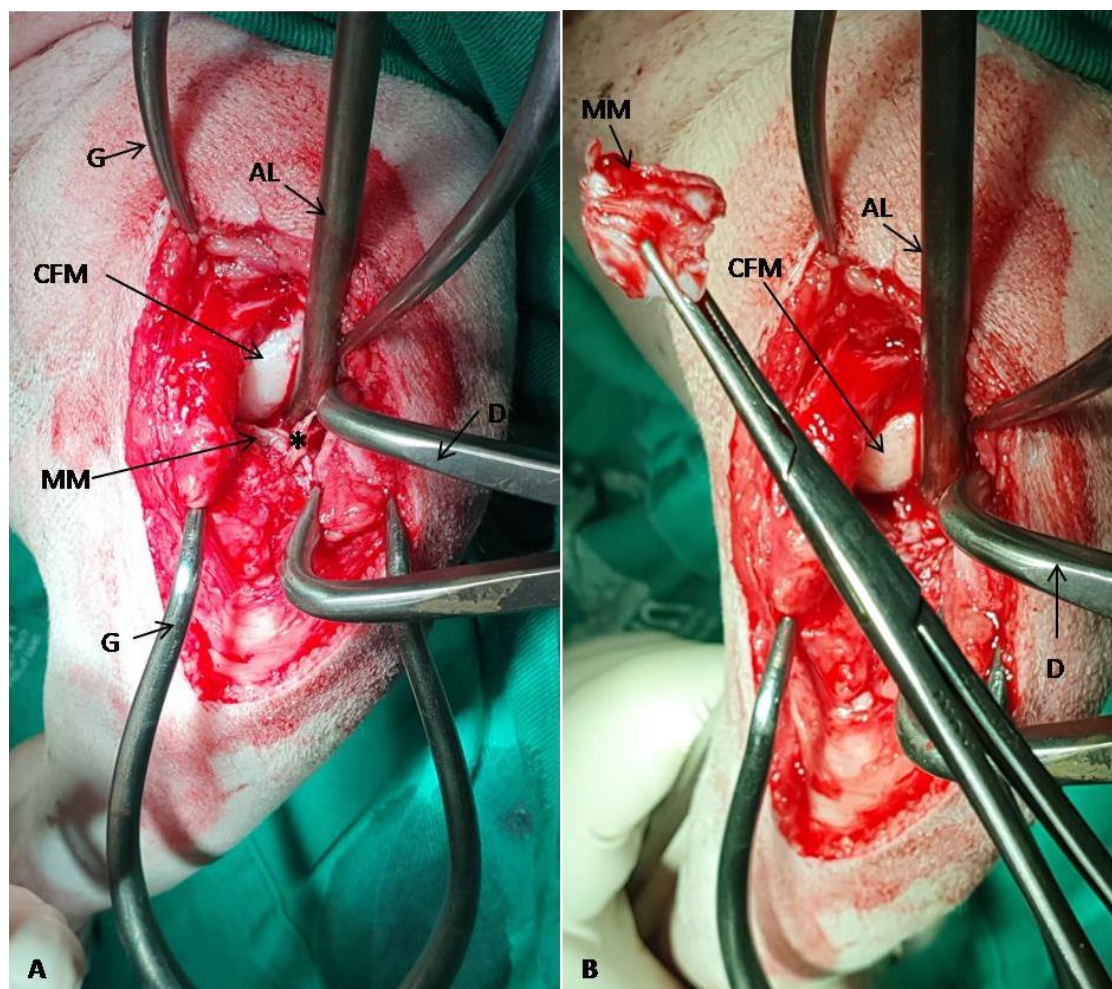
Com o animal em decúbito lateral e com o membro a ser operado em contato com a mesa, a artrotomia foi realizada meticulosamente (Figura 2),



conforme previamente recomendado na literatura (BEALE, et al. 2018).

Incisou-se a pele somente para miniartrotomia parapatelar medial e inspeção de meniscos, sem sobrepassar a borda distal da patela (Figura 2A). A seguir com nova lâmina de bisturi seccionou-se o tecido subcutâneo e fáscia profunda, estendendo-se desde o pólo distal da patela até a tíbia proximal. Aspirou-se o líquido sinovial, de forma asséptica, com agulha de calibre 18G (1,2 x 40 mm) e seringa, apenas para uma possível análise laboratorial, caso o aspecto sugeri se possibilidade de infecção.

Com uma nova lâmina de bisturi, realizou-se punção incisão na cápsula articular para abordagem intra-articular. Cada camada de tecido foi identificada e incisada separadamente. Um afastador Gelpi foi usado para retrain a cápsula articular. Luxou-se a tíbia cranialmente com a alavanca específica (Figura 2A). Dois afastadores Gelpi foram colocados transversais entre si, um em cada extremidade da incisão. Em seguida, foi acoplado o distrator articular autoestático de joelho para gerar espaço entre os côndilos femoral e tibial facilitando, com a pinça Halsted com dentes de rato e lâmina de bisturi #11 ou #15, a remoção do corpo adiposo infrapatelar e os restos de ligamento cruzado cranial rompido. O menisco medial foi inspecionado e removido parcial ou totalmente, caso estivesse lesionado, utilizando a mesma pinça usada nos restos do ligamento cruzado e um bisturi cabo 3 com lâmina 11 ou 15 (Figura 2B).



**Figura 2.** Miniartrotomia medial, uso da alavanca para luxação cranial da tíbia e aplicação do distrator ósseo autoestático de joelho para permitir inspeção meniscal com a sonda, menisectomia e remoção de restos de ligamento cruzado cranial rompido: **A.** Remoção da parte cranial do menisco medial: **B.**

**G:** afastador Gelpi; **AL:** alavanca; **CFM:** côndilo femoral medial; **D:** distrator autoestático de joelho; **MM:** menisco medial;

Após lavar a articulação com solução salina estéril, foi suturada a membrana sinovial em padrão contínuo simples com fio absorvível polidioxanona 3-0, a cápsula articular e o retináculo foram imbricados com fio absorvível de polidioxanona 2-0. A sutura subcutânea e intradérmica foram feitas com fio polidioxanona 3-0 e a sutura de pele com náilon 4-0.

A abordagem para a osteotomia foi feita pela face medial proximal da tíbia. A pele, o subcutâneo e a fáscia profunda foram inicialmente incisados estendendo-se do pólo proximal da tíbia (ao nível da articulação) até o comprimento final da placa (medida D5). Cada camada de tecido foi identificada e incisada separadamente, tomando o cuidado para não lesionar a artéria, veia e nervo safeno. Para identificar e limitar o comprimento da incisão subcutânea e fascial, a articulação do joelho foi localizada com agulha e medida a distância D5.

Ventralmente à parte distal da crista tibial, foi incidida a fáscia de inserção dos músculos que compõem o “*pes anserinus*” (grácil, semitendinoso e ventre caudal do sartório), sem lesionar o ligamento colateral medial. Com elevador de periósteo, inicialmente foi elevado e deslocado todo esse tendão fascial (aponeurose) para caudal, por divulsão. A articulação ao nível do ligamento colateral medial foi identificada, inserindo uma agulha na mesma. O músculo poplíteo foi descolado para caudal, por divulsão, na área da extremidade caudal do eixo de correção angular ACA (medida D3). Ao nível da parte da crista tibial, onde se localizaria a base do triângulo da cunha, em direção à face lateral da tíbia, foi incidido e deslocado (sem solução de continuidade) o remanescente da fáscia medial, o espesso periósteo cranial à crista tibial e o músculo tibial cranial com sua aponeurose, na medida em que coubesse a osteotomia em cunha (medidas D1 e D2). Para realizar tudo isso, anteriormente determinou-se essas medidas no planejamento (D1, D2, D3, D4 e D5) e também foi testado, “in loco”, o comprimento da placa. Colocou-se o afastador de Gelpi entre “*pes anserinus*”, músculo poplíteo e o músculo tibial cranial desinseridos.

Os três extremos da cunha foram marcados no osso usando um osteótomo e um martelo, conforme determinado (D1, D2, D3), com a ajuda de um paquímetro. A seguir, foram marcadas na cortical medial as linhas da osteotomia da cunha, usando uma serra manual, para conferir precisão no tamanho da cunha a ser removida e facilitar os cortes ósseos a serem feitos com a serra oscilatória.

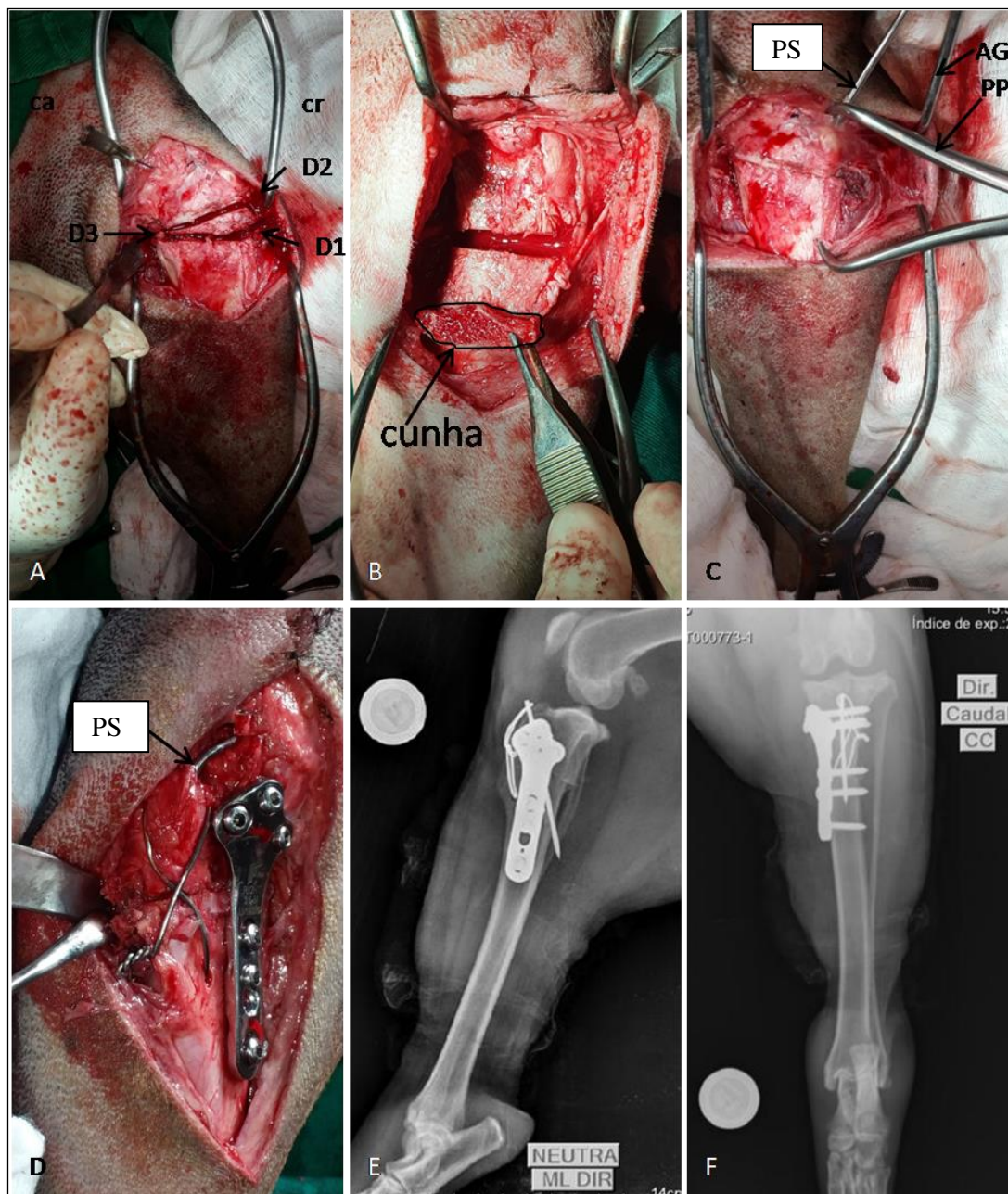
Distalmente a cunha, foi perfurada a tíbia, a uns dois cm da mesma, com

broca, em área cranial onde ficaria a placa, nos sentidos: 1 - transversal (atravessando ambas corticais); 2 – inclinado para dorso lateral; gerando com a perfuração transversal um orifício para posterior fixação do fio de fio de aço ortopédico da banda de tensão e com o orifício inclinado um sitio de inserção da ponta ventral da pinça de Weber (Figura 3C)

Para proteger os tecidos moles, colocou-se afastadores de Hohmann nas faces caudal, cranial e lateral da tibia onde foram feitas as osteotomias. Preservou-se a fíbula ao fazer a osteotomia. A secção óssea foi feita com uma serra oscilatória de lâmina retilínea em tamanho adequado à largura da face medial da tibia, sendo a serra de tamanho menor que a largura do osso e posicionada perpendicularmente à cortical. Primeiro foi feita a osteotomia da linha proximal da cunha, deixando integra a cortical lateral onde se localiza e insere o músculo tibial cranial, tomando cuidado para que o corte não ficasse inclinado e para não lesionar a artéria e a veia tibial cranial. Um cirurgião auxiliar ajudou a verificar a direção da lâmina para evitar inclinação desta no momento da osteotomia. Em seguida, foi feita a osteotomia bicortical da linha distal. As duas linhas se encontraram no ACA caudal, em D3 (Figura 3A). Finalmente, foi concluída a osteotomia proximal atingindo o restante do córtex lateral, mantendo-se o periósteo caudal íntegro. Removeu-se a cunha (Figura 3B), que foi preservada umidificada em gaze com soro fisiológico 0,9%, para enxertia como osso córticoesponjoso. O tamanho da base da cunha removida foi medido para conferir se possuía a medida determinada no planejamento. Pontas ósseas restantes durante a osteotomia, situadas na cortical da face lateral, foram removidas com pinça Ruskin biarticulada.

Para auxiliar na redução e perfeita compressão inter fragmentária, utilizou-se uma pinça de Weber (ponta – ponta) e implantação de pino de Steinmann (2,0 a 2,5 mm) mais fio de cerclagem (0,8 a 1,0 mm) em banda de tensão. Inicialmente a pinça foi fechada com as pontas colocadas na superfície tibial proximal, próximo à inserção do ligamento patelar e no orifício tibial inclinado, confeccionado antes para tal, obtendo-se a redução dos fragmentos (Figura 3C). A seguir, iniciando em local próximo a inserção do ligamento patelar, foi introduzido o pino no fragmento proximal indo em direção oblíqua caudoventral, no fragmento distal, até que transpassasse a cortical trans (Figura 3C, D e E). Logo, foi passada a cerclagem em “8” no orifício transversal para banda de tensão (feito distalmente à cunha) e acima do pino,

apertando-a por torção até se obter a segunda compressão entre os fragmentos (Figura 3D). Os fragmentos foram alinhados pela cortical cranial e pelas superfícies ósseas mediais.



**Figura 3.** Marcação óssea da cunha da CCWO durante a osteotomia, conforme localização determinada através dos pontos de referência D1, D2, D3 determinados no planejamento, **A.** Fragmento da cunha removido na osteotomia com serra oscilatória linear, **B.** Redução dos fragmentos com pinça óssea de Weber (PP) após osteotomia da cunha, seguido de passagem do pino de Steinmann (PS) em sentido crânio-dorso-lateral para caudo-ventro-medial, **C.** Estabilização inter fragmentária com placa TPLO 3,5 mm (parafusos com bloqueio e parafuso de compressão dinâmica em distal) e banda de tensão, **D.** Imagens radiográficas do pós-cirúrgico imediato nas projeções médio-lateral e pósterio-anterior mostrando total compressão entre os fragmentos, **E e F.** cr: face cranial da tíbia; ca: face caudal da tíbia, AG: afastador de Gelpi.

A placa, com sua extremidade distal o mais próximo possível da cortical caudal do fragmento distal, foi fixada com pinos auxiliares temporários de 1,0 mm, sempre respeitando a altura da medida D4 e o limite proximal caudal D6. Primeiramente, foram colocados dois parafusos bloqueados corticais autorosqueantes proximais (parte superior e cranial da placa) e, em seguida, o parafuso de compressão dinâmica não autorosqueante no primeiro orifício distal. Para gerar compressão dinâmica, foi feito um orifício excêntrico em relação a esse orifício da placa e à linha de osteotomia. Sem macheamento, exceto o cortical de compressão dinâmica, inseriram-se os parafusos baseando seu comprimento no medidor de profundidade, no planejamento pré-cirúrgico e na palpação da cortical trans. Colocaram-se os demais parafusos bloqueados distais e o restante proximal (do orifício caudal) (Figura 3D e E).

Cortou-se o pino de Steinmann, dobrando-se a ponta de modo a não lesionar os tecidos moles e permitir a contenção do fio de aço (Figura 2D e E). As extremidades já retorcidas do fio de cerclagem foram ajustadas por torção, já que a compressão dinâmica da placa tinha gerado discreta folga no aperto. Então, as pontas foram dobradas no mesmo sentido que vinham sendo sobrepostas e dirigidas para baixo do músculo tibial cranial, com suas pontas apoiadas na superfície cortical lateral.

Os tecidos foram lavados com solução fisiológica estéril antes da enxertia com o osso córtico-esponjoso da cunha removida e reservada. O enxerto foi aplicado ao longo da linha de osteotomia, em lado lateral sob o músculo tibial cranial.

Cada camada de tecido foi fechada separadamente. Inicialmente, foi suturado o “*pes anserinus*” no perióstio cranial e na fáscia do músculo tibial cranial com fio polidioxanona 0 ou 2-0, com padrão festonado ou Sultan. O subcutâneo foi suturado com padrão contínuo simples, fechando o espaço morto, em padrão intradérmico, e a pele com fio de náilon 4-0 em padrão isolado simples.

O membro foi mantido com curativo e bandagem com atadura elástica (tipo Vetrap), sem removê-la durante dois dias, para então começar a serem feitos curativos diários durante 15 dias ou até completa consolidação cutânea.

Como cuidados no pós-operatório, foi prescrita a terapia medicamentosa com meloxicam (0,1mg / kg) s.i.d. por cinco dias, amoxicilina com clavulonato (20mg / kg b.i.d., por sete dias), codeína (2mg / kg) t.i.d. por cinco dias, dipirona (25mg / kg) t.i.d. por 10 dias, omeprazol (1mg / kg) s.i.d. por oito dias. Manteve-se o uso de condroitina e ômega 3, iniciados desde o diagnóstico da lesão, na consulta. Cuidados com a incisão cirúrgica e troca de curativos foram realizados pelo tutor diariamente, limpando com solução fisiológica e solução antisséptica de clorexidina 2%, mantendo sempre protegida a ferida com curativo na superfície da pele, fixo por esparadrapo microporoso.

Além desses cuidados, foi indicado controlar as atividades bruscas de brincar, correr, pular, longos passeios e ainda terapia de frio e calor na primeira semana. A partir da segunda à oitava semana, foram realizados exercícios de sustentação de peso (caminhar, sentar e levantar), conforme orientado.

Clinicamente, nos dias 7, 15 e 45 após o procedimento cirúrgico, os pacientes foram testados quanto à inflamação e cicatrização da ferida, dor à movimentação articular passiva, grau de claudicação e de recuperação das funções, após a cirurgia.

Foram obtidas novas radiografias em pós-operatório imediato (Figura 3 E-F), com mesmos critérios de avaliação feitos para o planejamento; no entanto manteve-se o membro em posicionamento neutro na projeção médio-lateral, para avaliação do APT e determinar se a técnica de CCWO, localizando a cunha pelo método do CORA, tinha gerado o ângulo esperado de 6,5 a 12°. Também foram feitas mensurações para verificar ocorrência de encurtamento tibial na distância entre os intercôndilos tibiais e o centro do tálo. Após 45 e 90 dias do procedimento cirúrgico, foram feitas novas radiografias para acompanhamento da consolidação óssea, alinhamento, aposição, situação dos implantes, APT e comprimento tibial.

Os progressos na remodelação e consolidação ósseas foram classificados com base no sistema de pontuação de 5 pontos (4 = 76-100%; 3 = 51-75%; 2 = 26-50%; 1 = 1-25%; e 0 = sem ponte óssea) desenvolvido por Raske, et al. (2013). As radiografias pós-cirúrgicas foram feitas na projeção médio-lateral e pósterior anterior, com posicionamento neutro do membro para o pós-operatório imediato. As imagens seguiram o mesmo método de realização para o planejamento, contendo gabarito

para obtenção em tamanho real e impressas em filme de acetato de celulose para verificação da visibilizaçãorão e localização da osteotomia da cunha, alinhamento cortical cranial, grau de aposição entre os fragmentos, tamanho e localização da placa conforme o “Template” do fabricante e as medidas D4, D5 e D6 pré-estabelecidas, localização e direcionamento dos parafusos (intra-articular e/ou na linha de osteotomia).

No período de 45 e 90 de pós-operatório, um questionário foi respondido pelos tutores, via consulta telefônica e mensagem de texto, avaliando a opinião (insatisfeito; regular; satisfeito ou muito satisfeito) quanto à recuperação da função do membro após o cão ter sido submetido à cirurgia para tratamento de RLCCr.

### **Resultados e Discussão**

A inspiração de se usar o método do CORA na CCWO veio baseada em que deformações angulares, como varo ou valgo, femoral e tibial, assim como essas alterações ocorrendo em rádio/ulna, atualmente vem sendo corrigidas através do princípio do CORA (FOX, et al. 2006; FOX, 2018; FOX e TOMLINSON, 2018; KOWALESKY, et al. 2018), o que promoveria um alinhamento pelos eixos ósseos e correção dos ângulos articulares. Reforçada pelo uso do CORA na CBLO e TPLO modificada (PIRAS e DUNLOP, 2012; RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al., 2013; BRUECKER, 2018).O CORA no osso com pró-curvato, como existe na epífise proximal da tibia, identificaria o ápice da angulação e a sua medida assinalaria o quanto deve ser corrigida essa alteração (FOX e TOMLINSON, 2018), podendo-se obter colinearidade dos eixos ósseos proximal e distal (PALEY, 2002). Além disso, a CCWO exige instrumental e equipamento menos oneroso que o da TPLO e CBLO e uma única lâmina de serra.

Foram operados com a técnica modificada de planejamento da CCWO utilizando o CORA, 15 joelhos de 12 cães com histórico de dor e claudicação no membro pélvico que, ao passar por avaliação, apresentavam diagnóstico clínico e radiográfico de RLCCr e APT médio de 24,76 ( $\pm 4,08$ ), valor próximo ao APT considerado normal em cães: entre 23 e 28,3° (KOWALESKI, et al. 2018) ou de 13 a 34 graus (ARTENSEN, et al. 2012). Os critérios referentes à raça, à idade, ao gênero que favorecem a RLCCr, contidas no Quadro 2, apresentaram características compatíveis com a epidemiologia da doença (MUIR, 2018)



**Quadro 2** - Registro dos doze animais operados com o método de planejamento da osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO) e posicionamento da cunha baseado no centro de rotação angular (CORA). - Recife – 2019.

Raça	I (a,m)	G	P (kg)	MA	C (meses)	GC (pré-c)	GC (45 dias pós-c)	LMM	CM
<i>Rottweiler</i>	6,2	F	47,0	D	12	II	VI	Unilateral	Presente
<i>American standforshire terrier</i>	2,7-3,1	M	40,0	E; D	4; 8	V; II	VI; VI	Bilateral	Ausente; presente
Sem raça definida	5,0	F	12,5	D	19	V	VI	Unilateral	Presente
<i>Golden Retriever</i>	7,0	F	37,0	D	3	V	V	Unilateral	Presente
<i>American Bully</i>	2,5-2,7	F	30,5	E; D	3; 5	V; V	VI; VI	Ausente; ausente	Ausente; ausente
Pastor Alemão	6,0	M	29,9	D	5	V	VI	Unilateral	Ausente
<i>Boxer</i>	3,0	M	31,4	D	9	II	V	Ausente	Ausente
<i>Pitbull</i>	4,0	M	27	E; D	2; 4	V; V	VI; VI	Ausente; ausente	Ausente
<i>Rottweiler</i>	5,4	F	40	E	3	V	VI	Unilateral	Ausente
<i>Labrador terrier</i>	6,8	M	36	D	4	V	VI	Ausente	Ausente
<i>Akita</i>	4,0	F	34	E	3	V	VI;	Unilateral	Presente
<i>American standforshire terrier</i>	6,1	M	38	D	2	V	VI	Unilateral	Presente

**I:** idade; **a:** anos; **m:** meses; **G:** gênero; **P:** peso; **kg:** quilograma; **MA:** membro acometido; **F:** fêmea; **M:** macho; **E:** esquerdo; **D:** direito; **C:** convalescência; **GC:** grau de claudicação; **pré-c:** pré-cirúrgico; **pós-c:** pós-cirúrgico; **LMM:** lesão em menisco medial; **CM:** “click” meniscal).

Após remover uma cunha com ângulo equivalente a 5° menor que o APT, o APT foi reduzido de 24,76° (±4,08) para 9.26° (±3,82) (Tabela 1), dentro do valor pretendido de 6,5 a 12,0°, permitindo estabilizar o joelho, neutralizando o deslocamento cranial da tíbia, sem sobrecarregar as estruturas adjacentes, como o ligamento cruzado caudal quando se reduz em demasia (RASKE, et al. 2013) . Esse intervalo apropriado de redução foi determinado após verificar, em estudos, que com APT entre 9° e 13° seria possível prevenir lesões articulares abrasivas, vistas quando se reduz a inclinação para aproximadamente 6° (Warzee et al., 2001; REIF et al., 2002; DRYGAS et al., 2010; RASKE e HULSE, 2012; RASKE, et al., 2013; SCHAEFER, 2018). Se for considerado que Duerr, et al. (2008), realizando TPLO em cães gigantes com excessivo APT, verificaram eficiência do procedimento,

quanto à recuperação funcional, ao se obter valores finais  $\leq 14^\circ$ , pode-se observar que só dois cães obtiveram ângulo final superior a esse valor, atingindo  $15,2$  e  $16,3^\circ$ . Vale lembrar que, para AERTSENS, et al. (2015), o APT de cães normais oscila entre  $13$  a  $34$  graus, intervalo onde ficariam incluídos estes dois valores.

O resultado do APT após serem operados foi semelhante ao observado por Frederick e Cross (2017), realizando CCWO com a cunha situada mais proximal; entretanto o ângulo da cunha, nesse estudo, era igual ao APT, onde o APT médio de  $49,5^\circ$  foi reduzido para  $8,3^\circ$ .

**Tabela 1-** Resultados das medidas geométricas obtidas na análise de radiografias dos 15 joelhos operados pelo método da osteotomia em cunha de fechamento cranial (CCWO) com cunha situada pelo método do centro de rotação angular (CORA) – Recife - 2019.

Valores de planejamento e APT pré-cirúrgico e no pós-operatório imediato																	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	Média	Desvio padrão
<b>APT pré-cirúrgico</b>	23,5	26,8	16,6	28,0	21,7	21,7	18,2	19,7	32,8	22,0	24,4	26,0	20,4	24,0	22,4	24,76	4,08
<b>Ângulo da Cunha (°)</b>	18,5	21,8	11,1	23,0	16,7	16,7	13,2	14,7	27,8	17,0	19,9	21,0	15,4	19,0	17,4	18,21	4,15
<b>Altura base da cunha (mm)</b>	12,1	7,0	5,0	9,8	10,9	9,0	7,7	9,0	12,7	11,0	13,1	10,9	12,2	11,8	10,5	10,18	2,28
<b>APT pós-cirúrgico imediato</b>	7,6	13,5	5,1	16,3	15,2	4,5	10,1	2,5	11,6	8,0	9,2	7,6	9,8	10,1	7,9	9,26	3,82
<b>Encurtamento ósseo (cm)</b>	0,9	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8	0,8	1,0	0,9	0,9	0,8	1,1	1,0	0,9	0,7	0,84	0,13

APT: ângulo do platô tibial; ° graus; mm: milímetro; cm: centímetro.

As mensurações dos APT foram feitas por um único observador. De acordo com o descrito por Raske, et al. (2013), a relação intra-observador na influência sobre as mensurações é considerada insignificante na variação do APT, enquanto a relação inter-observadores é significativamente variável. Analisando individualmente os APT pós-cirúrgicos, observa-se que, em seis joelhos, os valores se situaram fora do intervalo 6,5 a 12°, apesar de os animais exibirem boa recuperação funcional. Piras e Dunlup (2012) reforçaram que, levando a inclinação tibial para 12° a 13°, ainda se evitam lesões abrasivas em cartilagem articular, por reter uma quantidade limitada de impulso cranial. Duerr, et al. (2008), realizando TPLO em cães gigantes com excessivo APT, verificaram eficiência do procedimento quanto à recuperação funcional, ao se obter valores finais  $\leq 14^\circ$ . Estes extremos aqui obtidos podem ter acontecido por se estabelecer o valor fixo de 5° a ser subtraído ao APT, método costumeiro, como mencionado por Kowalwski, et al. (2018) para se determinar o ângulo que a cunha deveria ter. Kuan et al (2009), após operar 300 cães, mencionaram que apesar de anteriormente ser dito que a remoção de uma cunha equivalente ao APT menos 5 resultaria em sub-correção do APT, este não foi um achado consistente nesse estudo, pois, seguindo essa metodologia, obteve-se APT em média de 7,99° com mediana de 8,0° (intervalo de 0–18). É citado como uma das desvantagens da técnica da CCWO a variabilidade dos resultados finais do APT (KUAN, et al., 2009; KOWALESKY, et al., 2018). O tamanho apropriado da cunha na CCWO irá depender da magnitude do APT, do nível da osteotomia e do alinhamento das corticais (BAILEY, et al. 2007

Em relação a essa variação obtida neste estudo nos ângulos finais do platô tibial Roe (2018) afirmou que se a osteotomia estiver proximal e com as corticais craniais alinhadas, os tamanhos de cunha deverão ser geralmente 2 a 3° menores do que o APT, quando aplicado para APT de 25 a 32°. Para um APT  $>35^\circ$ , o tamanho da cunha deve ser o mesmo que o APT. Já Oxley, et al. (2013) indicaram que, em APT iguais ou inferiores a 20°, deveria se subtrair 5° para determinar o ângulo da cunha, subtrair 4° quando o APT fosse entre 21 a 25; remover 3° em platôs entre 26 a 30° e, finalmente, 2° para APT entre 31 a 35 graus. Relato recente de Popak, et al. (2019) mostraram que, utilizando na CCWO uma cunha calculada pela fórmula da tangente do APT acrescida de 5°, multiplicada pela largura óssea na região distal da crista tibial, gera-se um APT final de 6,3° (4,5 a 10°); entretanto,

não descreveram como alinharam os fragmentos. Estas sugestões aplicadas na utilização do CORA para se situar a cunha, deverão ser avaliadas em estudos posteriores, visando reduzir a variabilidade citada por Kowalesky et al. (2018).

Outro resultado importante a ser citado é a variabilidade do APT final obtido ao se comparar os resultados entre o planejado no vPOP e os resultados reais. Enquanto se confeccionando, em ambos os casos, cunhas com 5 ° a menos que o platô tibial existente, os resultados no pré-cirúrgico indicaram que deveria se obter variação entre 6,3 a 8,8 °, mas tres pacientes obtiveram 5,1°; 4,5° e 2,5° e dois pacientes superaram os 12 a 14 graus (15,2 e 16,30) considerados aceitáveis (DUERR, et al. 2008; PIRAS e DUNLUP, 2012; RASKE, et al. 2013). O corte pré-cirúrgico da cunha feito através de software e em papel, sem considerar o desgaste ósseo provocado pela lâmina da serra, pode ter influencia nestas diferenças. Assim como a imperfeição na realização das osteotomias.

Escolheu-se aplicar nestes pacientes o alinhamento dos fragmentos pela cortical cranial, para conferir maior resistência da fixação e evitar fratura do fragmento proximal, conforme foi aconselhado por Roe (2018). O alinhamento pela cortical cranial é utilizado na CCWO tradicional e continua sendo o mais usado, mesmo com modificações da técnica como fez Frederick e Cross, (2017) e Wallace, et al. (2011). Bailey, et al.(2007) mencionaram, baseados nos seus resultados, que o desejável ângulo pós-operatório do platô tibial pode ser atingido se os córtices craniais são alinhados e a cunha é situada em posição proximal.

A confecção da osteotomia da linha proximal da cunha a partir de 5 mm da inserção do ligamento patelar, de acordo com a localização do CORA e do ACA, independente do peso do animal, não provocou complicações como fratura da tuberosidade tibial nem comprometimento do ligamento patelar. Vale ressaltar que, pacientes com altos ângulos de platô tibial teriam por correspondencia “CORAs” mais proximais. Essa distância mínima aqui utilizada é recomendada para a osteotomia não se aproximar do ligamento patelar (ROE, 2018). A distância de 3mm foi utilizada sem registros de complicações envolvendo o ligamento patelar (FREDERICK e CROSS, 2017). Entretanto, Oxley, et al. (2013) recomendaram uma distância de 10 mm para cães com peso superior a 25 Kg. Ao se realizar uma cunha com vértice no ACA, mas sem estar centrada no CORA, ocorre um desencontro das

corticais craniais, mas ainda com alinhamento dos eixos ósseos. Ao alinhar essas corticais sucede um desalinhamento dos eixos anatômicos (PALEY, 2002).

Foram utilizadas placas de TPLO com bloqueio, conforme indicado por Kowalesky, et al. (2018) e Roe (2018), contendo três ou quatro parafusos na sua porção proximal, de acordo com a escolha feita através de “Template” (transparência). Em todos os cães foi fixada também uma banda de tensão com um pino de Steinmann e fio de cerclagem em “8”. A adição da banda de tensão para fornecer uma fixação mais estável para a consolidação óssea, como complemento à placa de TPLO, não foi sempre utilizada nas CCWO, porém, devido à força de tração provida pelo grupo muscular do quadríceps, foi recomendada nesse tipo de osteotomia para evitar risco de falha de fixação (ROE, 2018). Terreros e Daye (2020) mencionaram que a complementação com banda de tensão, além de adicionar estabilidade ao conjunto, facilita a redução precisa da osteotomia e a colocação subsequente da placa, metodologia que foi eficiente nesta pesquisa.

A elevação e posição da cunha, decorrentes de se usar o CORA neutro (pelas regras 1 e 2 de Paley, 2002) para posicionar la na extremidade tibial proximal, não afetou a capacidade do fragmento ósseo conter a parte expandida da placa de TPLO, nem induziu entrada de parafusos na articulação, na linha de osteotomia ou caudal a cortical tibial lateral, evidenciando essa proposta ser factível de ser incorporada à CCWO.

Em todos os joelhos verificou-se que a placa se adequava a curvatura proximal medial da tíbia, não ficando (com ou sem modelação) entre o implante e o osso uma distância maior que 2mm, ato que deve ser respeitado e seguido, conforme comprovado por Ahmad, et al. (2007), no uso de placas de ângulo fixo para estabilizar fraturas. Kuan, et al. (2009) ao realizar 300 CCWO, fizeram em todos os casos o modelamento da placa de TPLO bloqueada e o uso de hemicerclagem cranialmente situada, citando ser possível que o contorno inadequado à tábua óssea tenha resultado no deslocamento dos fragmentos da osteotomia, alterando o APT resultante. Kowalesky, et al. (2018) também ressaltaram a importância de se modelar a placa. O método aqui idealizado de verificação da necessidade de realizar esse remodelamento mostrou ser simples, inédito e eficiente, além de possibilitar prever no pré-cirúrgico a direção dos parafusos proximais em relação à articulação e

linha de osteotomia e se o comprimento de todos os parafusos era suficiente para atuarem de forma bicortical.

A determinação pré-cirúrgica das medidas D1 a D6 ofereceram exatidão, segurança e eficiência nos procedimentos de osteotomia e de fixação dos fragmentos. Especialmente as medidas D4 e D6, nunca usadas na CCWO, conforme revisado na literatura, preveniram respectivamente: a penetração intra-articular do parafuso proximal; entrada de parafuso na fenda de osteotomia; excessiva incisão na abordagem e que o parafuso caudal do fragmento proximal ficasse monocortical. Oxley (2022) também usa as medidas D1 e D2 para situar a base do triângulo da cunha na cortical cranial e recomenda que a incisão cutânea não deveria passar da extensão distal planejada da placa o que seria o D5 aqui utilizado. Assim, em nenhum dos casos, ocorreram complicações como dano articular iatrogênico, transtorno na consolidação óssea, lesão do plexo neurovascular safeno e afrouxamento da placa, citadas por Gatineau, et al. (2011); Griffon (2016) e Kowalesky, et al. (2018).

Nas radiografias feitas aos 90 dias, visualizou-se (exceto em um cão com fratura) adequada consolidação óssea, alinhamento, aposição e situação dos implantes, estando a evolução da consolidação em grau 4 na classificação de Raske, et al. (2013). Popak, et al. (2019) observaram consolidação aos 100 dias, sem mencionar a ocorrência ou não de calo ósseo, característicos da presença de fenda e discreto “strain” (Moreno, et al. 2018). A ausência de linha de fratura visível e de calo ósseo de moderado a acentuado acredita-se que decorreu da perfeita compressão Interfragmentaria e inibição do “strain” (estabilidade) obtidos, levando à consolidação direta osteônica (DeCAMP, et al. 2016; MORENO, et al. 2018). Johnson, et al. (2005) afirmaram que o desaparecimento da linha de fratura deve ocorrer em 30 dias quando há correta evolução da consolidação. A realização da osteotomia em cunha em posição mais proximal, devido ao uso do CORA para localizá-la, traz mais um benefício, que é a plenitude de osso esponjoso na cavidade medular dos fragmentos tibiais em contato, fator bem conhecido como facilitador e acelerador de consolidação óssea (JOHNSON, et al. 2005). Isso isenta a necessidade de formação de calo ósseo externo, já que as trabéculas esponjosas unem-se apropriadamente entre si por incrementar a presença de fatores biológicos

e a atividade osteoblástica, caso tenha realizada a correta estabilização (SCHULZ, et al. 2019).

O método aqui seguido de aplicar sequencialmente a pinça de Weber, banda de tensão, placa de compressão dinâmica (DeCAMP, et al. 2016; JOHNSTON, et al. 2018) e reajuste do aperto do fio de cerclagem, foi eficiente para se obter o resultado de correta redução e rápida consolidação óssea, sem presença de calo. Não consta na literatura relacionada à CCWO a confecção de um orifício oblíquo para facilitar a fixação e compressão com essa pinça recomendada para redução interfragmentária de fraturas (JOHNSON, et al. 2005). Dito procedimento não foi seguido de complicações. Oxley (2022) utiliza como principal método inicial de redução dos fragmentos após osteotomia o aperto de um fio de fio de cerclagem passado previamente entre eles, mas cita como alternativa de redução a pinça de Weber, sem especificar como prender la entre os fragmento

A consolidação óssea em áreas de apropriado contato e altas forças de compressão, bem como em áreas com fendas muito pequenas e estáveis (0,1 mm), gerará união óssea direta (osteonal primaria). Este tipo de união ignora a maioria das etapas descritas na consolidação por calo e vai diretamente para a remodelação cortical. A união do córtex é obtida por remodelação interna do sistema haversiano sem reabsorção das superfícies de fratura. Assim, a estabilização de fraturas pelo uso de placas de compressão e parafusos é caracterizada por nenhum calo intercortical visível e/ou apenas pequenas quantidades de ponte de calo (JOHNSON et al. 2005, MORENO et al., 2018), conforme ocorreu nesses cães.

Uma fixação de fraturas muito rígida pode levar ao retardo da consolidação, pois a atividade biológica está diminuída ou ausente devido ao fenômeno conhecido como proteção contra estresse. A proteção contra tensões ocorre quando a fixação é tão rígida que o osso não sofre estresse suficiente para estimular a resposta biológica necessária para a consolidação. (DeCAMP, et al., 2016, MORENO, et al. 2018). A fixação usada nesta pesquisa, complementando placa com banda de tensão, não desencadeou tal efeito adverso, bem pelo contrário, houve rápida e apropriada consolidação.

Os animais operados por este método (CCWO) tiveram um encurtamento médio de 0,84 ( $\pm 0,13$ )cm, ao ser considerada a distância desde as eminências



intercondilares até o centro do tálo, sem comprometimento clínico ao uso do membro. O encurtamento encontrado nos animais operados foi superior ao de 0,16 ( $\pm 0,27$ ) cm, valor previamente encontrado no pré-experimento digital usando no vPOP PRO a distância à eminência intercondilar. Nas imagens radiográficas das 19 tíbias, o corte da cunha foi feito através de software e em papel, sem considerar o desgaste ósseo provocado pela lâmina da serra durante a osteotomia, que tinha a espessura de 0,5mm. Não havendo relato na literatura (ROE, 2018, SCHAEFER, 2018, KOWALESKY et al., 2018) desta consideração a ser feita no planejamento pré-cirúrgico e, visto que, o método digital e o desenho manual (a partir da imagem radiográfica impressa) são duas maneiras de simular os resultados a serem obtidos, recomenda-se para obter maior precisão, que a simulação tenha os valores modificados devido a esta ocorrência.

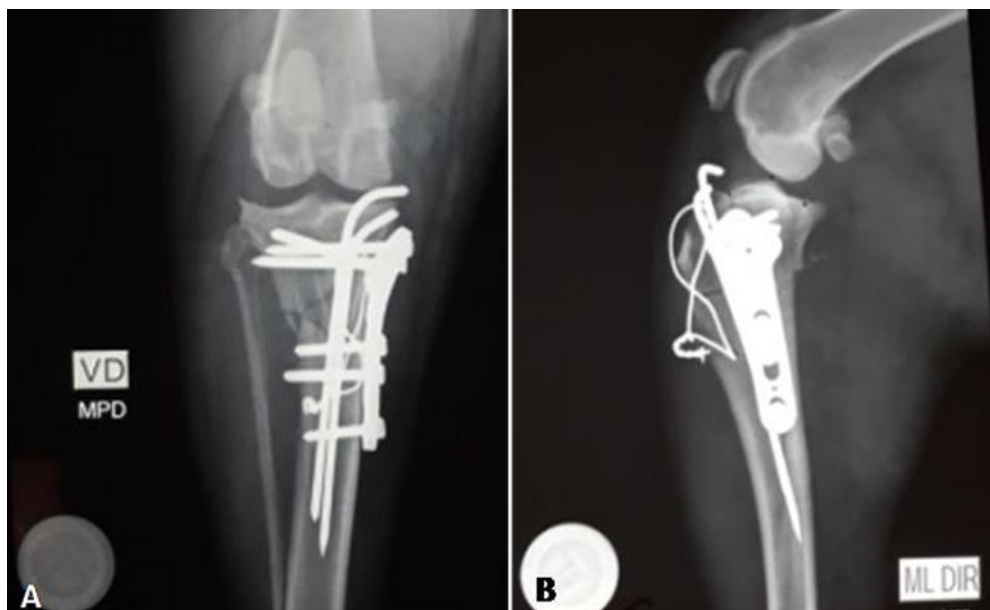
A melhora da função do membro (grau VI – utiliza o membro acometido ao caminhar, sem claudicação, mas claudica ao trotar) foi de 86,66% (13/15) dos joelhos operados. Nenhum caso foi considerado com recuperação inaceitável. Na avaliação visual da claudicação, de acordo com a classificação em Quadro 1, pré - cirurgicamente, três joelhos apresentavam grau II e 12 exibiam graus V. Após 45 dias de operados, tiveram melhoras com mudança para grau V (um com grau II previamente) em dois cães e grau VI em 13 cães. Todos os animais obtiveram, para o conceito dos tutores, melhora aceitável das funções. Mas como o estudo só se estendeu por três meses, não foi possível prever ocorrência de lesão meniscal tardia, como citada na literatura (GRIFFON, 2016).

Durante a artrotomia, a lesão em menisco medial esteve presente em 60% (9/15) dos joelhos, destes, em 40% (6/15) havia “click” meniscal presente. O menisco medial esteve intacto em 40% dos joelhos (6/15), em dois cães com acometimento unilateral e em dois bilaterais. Todos os joelhos em que havia ruptura meniscal medial tiveram menisectomia do menisco medial. O número representativo de lesões em menisco medial encontrados nestes cães durante a artrotomia foi levemente superior semelhante aos 40,5% registrados por Gleason, et al. (2019). Provavelmente a lesão meniscal se deu devido à demora dos proprietários em procurar o serviço e a ação de esmagamento gerada pelo deslocamento cranial tibial ao caminhar. O tempo de evolução da lesão meniscal em joelhos com RLCCr é

incerto, pois é muito variável, envolvendo o tipo de ruptura (parcial ou completa) e a sua duração, sendo a lesão meniscal mais comumente verificada nas rupturas crônicas (FRANKLIN, et al., 2010)

Miniartrotomia medial, recomendada por Beale, et al. (2018), atualmente utilizada na exploração de meniscos e meniscectomias em cães com RLCC, foi utilizada em nove (60%) dos 15 joelhos operados. Nos outros seis casos, teve que se estender a incisão parapatelar até próximo à patela, para se poder resseccionar os osteófitos (situados aos lados e paralelos as cristas trocleares) decorrentes da osteoartrose secundária que sucede nesta afecção quando não prontamente tratada (KOWALESKI, et al. 2018).

Em três dos 12 cães houve complicações e todas foram consideradas menores. Em um cão ocorreu fratura simples na cortical caudal proximal do fragmento distal, sem deslocamento de fragmentos, verificado na radiografia de pós-operatório imediato (Figura 4). Mas não houve comprometimentos da consolidação óssea e da recuperação clínica, acreditando ser esta boa evolução devida à dupla estabilização associando placa e banda de tensão e ao tamanho pequeno da fratura. Acredita-se que essa fratura tenha ocorrido no momento da fixação do pino de Steinmann, pois na radiografia foi constatada no pós-operatório imediato, quando o animal ainda não fazia uso do membro. A banda de tensão é indicada para minimizar o risco de falha na fixação do implante, que é a principal causa de complicações envolvendo a osteotomia tibial, ao contra restar as fortes forças que atuam após osteotomia (ROE, 2018). Em nenhum dos casos foi visualizada a complicação fratura da fíbula (GRIFFON, 2016). Acredita-se que isso deveu-se ao tamanho pequeno da cunha obtido por este método, aos cuidados durante a realização da osteotomia, incluindo lâminas de serra de pouca largura e ao fato de ter se guiado a confecção da cunha pelo CORA, gerando menor deslocamento de fragmento proximal ao se manter a colinearidade dos eixos anatômicos (OXLEY, 2022). Mas não indica usar o CORA, como aqui realizado, para situar a cunha conforme regras de Paley (2002).



**Figura 4.** Presença de linha de fratura em fragmento distal, em imagem radiográfica de pós-operatório imediato com osteotomia em cunha de fechamento cranial baseada no centro de rotação angular (CCWO - CORA) com fixação de placa de osteotomia de nivelamento tibial (TPLO) com bloqueio e banda de tensão em crista da tíbia, com pino e fio de cerclagem. Projeção pósterio- anterior, A; e médio-lateral B.

Em nenhum caso ocorreu fratura fibular trans ou pós-cirúrgica. Oxley (2022) sugere que a ocorrência de menor número de fraturas fibulares na CCWO em relação à TPLO, pode se dever a que a cunha da CCWO tem uma maior proximidade com o CORA e o ACA, que o centro de rotação da osteotomia radial da outra técnica. Isto permitiria alinhar os eixos anatômicos. Mas não indica usar o CORA, como aqui realizado, para situar a cunha conforme regras de Paley (2002).

Um segundo cão apresentou deiscência de sutura severa na linha de incisão, logo após a remoção dos pontos, alcançando a exposição do implante. O ferimento ocorreu após o retorno para o local de residência e mantido sem o colar de proteção, apenas com curativo, mesmo sob orientação de cuidados pós-cirúrgicos. Porém, não houve infecção durante todo período de cicatrização do tecido mole e consolidação óssea, devido à limpeza da ferida e manutenção de curativo, frequentemente realizados com solução fisiológica e solução de clorexidina 2%, mais aplicação de pomada Alginato de Cálcio, duas vezes ao dia, até cicatrização completa. Conjuntamente, foi administrada, oralmente, Enrofloxacina (5 mg / kg) b.i.d. por cinco dias, associado a Metronidazol (15 mg / kg) b.i.d. por sete dias. Embora não

tenha ocorrido infecção neste e nos demais animais operados, o registro de outros autores envolvendo infecções na incisão e na articulação chegou a 4,28% (em três dos 70 cães) nas CBLO (KISHI, et al. 2016) e 9,55% na CCWO (OXLEY, et al. 2013).

Em contrapartida a esta ocorrência de deiscência, o descolamento para lateral do conjunto: remanescente do “pes anserinus”- periosteo cranial - aponeurose do músculo tibial cranial (sem solução de continuidade entre eles), trouxe três vantagens: 1) permitir melhor proteção desse músculo durante a osteotomia; 2) permitir proteger, sob sua cobertura, em contato com a linha de osteotomia, o enxerto ósseo e 3) oferecer uma base resistente de ancoragem do “pes anserinus” A sutura sistemática de essas duas estruturas não foi citada na literatura revisada. Mas Oxley (2022) mencionou a possibilidade de se suturar o “pes anserinus” a borda cranial do musculo tibial cranial, quando o remanescente da fásia crural, não ofereça suficiente resistência de ancoragem.

No terceiro caso suspeitou-se de lesão tardia de menisco lateral devido à crepitação observada no exame físico à flexão e extensão femorotibial, claudicação e dor na reavaliação 45 dias após cirurgia. A claudicação, de grau V, permaneceu no mesmo grau do momento da consulta, com surgimento de “click” meniscal, embora o proprietário relatasse haver uma melhora após a cirurgia. Na radiografia para verificação da integridade do implante e de sinais de alteração no membro, viu-se apenas presença de lesões degenerativas da articulação, já identificadas no pré e trans-cirúrgico. O método de diagnóstico e tratamento proposto foi de artrotomia lateral. A lesão tardia de menisco lateral, apesar não ter sido comprovada cirurgicamente, é ocorrência rara, correspondendo a menos de 7,5% dos casos gerais de lesão meniscal, vista em estudo experimental (FRANKLIN, et al. 2010).

A pesquisa feita junto aos tutores, 45 e 90 dias após recuperação cirúrgica dos cães, apresentou 100% de respostas como “muito satisfeitos”. A pesquisa confirmou o contentamento expresso nos retornos de reavaliação. O resultado superou a pesquisa de satisfação feita por Oxley, et al. (2013), na qual os tutores também inqueridos após tratar com CCWO cães de grande porte com peso entre 20 e 60 kg, atribuíram 97% da classificação como bons resultados para qualidade de vida e satisfação.

## Conclusão

O planejamento por meio do vPOP PRO, o alinhamento dos fragmentos pelas corticais craniais, o posicionamento proximal da cunha com base na localização do CORA, respeitando-se a distância em relação à linha proximal da cunha, o uso de placa de TPLO bloqueada e com compressão dinâmica, o posicionamento da cunha e da placa conforme as seis distâncias pré-estabelecidas no planejamento e a complementação da estabilização com pino cranial em banda de tensão, mostraram-se parâmetros importantes a serem seguidos para se atingir o sucesso e recuperação funcional. Sugere-se avaliação da técnica em maior tempo e números de animais.

## Referências Bibliográficas

AHMAD, MR. NANDA, R., BAJWA, A.S., CANDAL-COUTO, J., GREEN, S, HUI, A.C. **a Biomechanical testing of the locking compression plate: When does the distance between bone and implant significantly reduce construct stability?. *International journal of the care of the injured.*, v. 38, 358—364, 2007**

APELT, D.; POZZI, A., MARCELLIN-LITTLE, D.J.; KOWALESKI, M.P. Effect of Cranial Tibial Closing Wedge Angle on Tibial Subluxation: An Ex Vivo Study. ***Veterinary Surgery***, v. 39, p.454-459, 2010.

BAILEY, C.J.; SMITH, B.A.; BLACK, A.P. Geometric implications of the tibial wedge osteotomy for the treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. ***Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology***, v. 20, p. 169–174, 2007.

BARNHART, M., MARITATO, K.C. ***Locking Plates in Veterinary Orthopedics***. New Jersey: Wiley, 2019. 240 p.

BEALE, B.S., HULSE, D.A., POZZI, A., MUIR. P. BEALE, B. S. Arthroscopy and Arthrotomy of the Stifle. In: MUIR, P. ***Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament***, 2 ed., New Jersey: Wiley, p. 171-184, 2018.

BRUECKER, KENNETH A.. CORA based TPLO for Steep Tibial Plateau Angle. 5th World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS • 19th ESVOT Congress, ***Proceedings***, • Barcelona, September 12th-15th, 2018, 158-160 p.

DECAMP., C.E; JOHNSTON, S. A.; DÉJARDIN, L. M.; SCHAEFER, S. L.. ***Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair***, 5 ed. Missouri: Elsevier, 2016, 868 p.

DUERR, F.M.; DUNCAN, C.G., SAVICKY, R.S., PARK,R.D., EGGER, E.L., PALMER, R.L.. Comparison of surgical treatment options for cranial cruciate ligament disease in large-breed dogs with excessive tibial plateau angle. ***Veterinary Surgery***, v. 37, p.

49–62, 2008.

FERREIRA, M. P. **Comparação das técnicas de osteotomia para avanço da tuberosidade tibial (TTA) e nivelamento do platô tibial (TPLO) para correção de ruptura de ligamento cruzado cranial em cães com sistema baropodometria.** 2013. 184 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, 2013.

FOX, D.B. TOMLINSON, J.L., COOK, J.L., BRESHEARS, L.M. Principles of Uniapical and Biapical Radial Deformity Correction Using Dome Osteotomies and the Center of Rotation of Angulation Methodology in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 35, p. 67–77, 2006.

FOX, D. Radius and Ulna. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. **Veterinary surgery: small animal**, 2. ed.. St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018. Cap 54, p. 2500 – 2561.

FOX, D.B.; TOMLINSON, J.L. Principles of Angular Limb Deformity Correction. In: JOHNSTON, S. A.; TOBIAS, K. M. **Veterinary Surgery. Small Animal**, 2 ed., St. Louis, Missouri: Elsevier, 2018, v. 1, cap 46, p. 2152.

FRANKLIN, S. P.; GILLEY, R.S.; PALMER, R.H. Meniscal injury in dogs with cranial cruciate ligament rupture. **Compendium: Continuing Education For Veterinarians.**, v. 32, n. 10, E1-10 quiz E11, 2010.

FREDERICK, S.W.; CROSS, A.R. Modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament insufficiency in dogs with excessive tibial plateau angles: Technique and complications in 19 cases. **Veterinary Surgery**, v. 46, p. 403–411, 2017.

GATINEAU, M.; DUPUIS, J; PLANTÉ, J.; MOREAU, M. Retrospective study of 476 tibial plateau levelling osteotomy procedures: Rate of subsequent 'pivot shift', meniscal tear and other complications. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology.** v. 24, n. 5, 333-41, 2011.

GLEASON, H. E., CALEB C HUDSON, C.C., CERRONI, B. Meniscal click in cranial cruciate deficient stifles as a predictor of specific meniscal pathology. **Veterinary Surgery.** v. 49, n.1, p. 155-159, 2020.

GRIFFON, D. Complications associated with cranial cruciate ligament repair In: Dominique Griffon e Annick Hamaide **Complications in Small Animal Surgery**, Wiley: New Jersey, cap 117, 2016 p. 867

HARASEN, GREG. Diagnosing rupture of the cranial cruciate ligament. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 475-476, 2002.

HULSE, D. A.; BEALE, B.; KOWALESKY, M. CORA based leveling osteotomy for treatment of the CCL deficient stifle. In: **Proceedings** of the World Orthopaedic Veterinary Congress. Bologna, Italy, p. 120, 2010.

JOHNSON, A.L, HOULTON, J.E.F, VANNINI, R. **AO principles of fracture management in the dog and cat.** Stuttgart/New York: AO Publishing/Thieme; 2005, 288 p.

JOHNSTON, S.A., PFEIL, D.J.F. VON, DÉJARDIN, L. M. ROE, S. C. WEH, J. M. Internal Fracture Fixation. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. **Veterinary surgery: small animal**, 2. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier. 2018 cap 41 , p.1890-1983.

KIM, S.E.; POZZI, A; KOWALESKY, M; LEWIS, D.D. Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in Dogs. **Veterinary Surgery**. v. 37, p. 111 – 125, 2008.

KISHI, E.N.; HULSE, D. Owner Evaluation of a CORA Based Leveling Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Injury in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 45, p. 507- 14, 2016.

KOWALESKI, M. P., BOUDRIEAU, R. J., POZZI, A. Título: stifle joint. In: JOHNSTON, S. A; TOBIAS, K. M. **Veterinary surgery: small animal, 2 ed.**, St. Louis, Missouri: Elsevier, 2018. Pag. 2925 – 3157

KUAN, S.; SMITH, B.; BLACK, A. A tibial wedge osteotomy: complications of 300 surgical procedures. **Australian Veterinary Journal**, v. 87, n. 11, p.438–444, 2009.

MORENO, M.M.; ZAMBRANO, S., DÉJARDIN, L.M.; W.; SAUNDERS, . Bone Biomechanics and Fracture Biology. In: JOHNSTON, S. A.; TOBIAS, K. M. **Veterinary Surgery. Small Animal**. 2 ed., St. Louis, Missouri: Elsevier, v. 1, cap 39, 2018. p. 1796-1876.

MUIR, P. History and Clinical Signs of Cruciate Ligament Rupture. In: MUIR, PETER.. **Advances in The Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2 ed., New Jersey: Wiley, 2018. 115-121 p.

OXLEY, B.; TOBY J GEMMILL, T.J., RENWICK, A.R., CLEMENTS,D.N., MCKEE, W. M.. Comparison of complication rates and clinical outcome between tibial plateau leveling osteotomy and a modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 42, p. 739–750.

OXLEY, B. Complications associated with cranial closing wedge osteotomy. In: AMOTZ, R.B. e DYCUS, D.L. **Complications in Canine Cranial Cruciate Ligament Surgery**. New Jersey: Wiley, 2022, p. 147-62.

PIERMATTEI, D. L.; et al. **A articulação do joelho. Ortopedia e tratamento de fraturas de pequenos animais**. 4 ed. Barueri: Ed. Manoele. p. 637-717, 2009.

POPAK, P; CHIERICHETTI, A.L., GOUVEA, B, SCIAMMARELLA, A.C.; LEOMIL, F, ELSTON. F. Osteotomia em cunha cranial da tíbia (TCWO) para tratamento da insuficiência do ligamento cruzado cranial em cães. Estudo retrospectivo (2017-2019). **Investigação**, vol:18, n. 3, p. 15, 2019.

RASKE, M.; HULSE, D., BEALE,B., SAUNDERS, W.B., KISHI, E, KUNZE, C.

Stabilization of the CORA based leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament injury using a bone plate augmented with a headless compression screw. **Veterinary Surgery**, v. 42, p. 759 – 764, 2013.

ROE, S. C. Closing Cranial Wedge Osteotomy and Triple Tibial Osteotomy. In: MUIR, Peter (ed.). **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2. ed. New Jersey: Wiley, 2018. Cap. 29. p. 243-248.

SCHAEFER, S. L. Tibial Plateau Leveling Osteotomy. In: MUIR, Peter (ed.). **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2. ed. New Jersey: Wiley, 2018. Cap. 27. p. 217-226, 2018.

SCHULZ, K.S.; HAYASHI, K.; FOSSUM, T.W. Principles of Orthopedic Surgery and Regenerative Medicine. In: FOSSUM, T.W. **Small Animal Surgery**, 5 ed. Elsevier, China, 2019, p. 957- 975

TERREROS, A, DAYE, R.M. Modified cranial closing wedge osteotomy to treat cranial cruciate ligament deficient stifles with excessive tibial plateau angles: Complications, owner satisfaction, and midterm to long-term outcomes. **Veterinary Surgery**. vol. 49, n 6, p 1109-1117, 2020.

vPOP PRO. **VetSOS Education (VetSOS Education LTD)**. Disponível em: <https://br.formidapps.com/ios/app.vpop-pro-xDBDBCxA.aspx>. Acesso em: 10/08/2021.

WALLACE, A. M.; ADDISON, D.S.; SMITH, B.A.; RADKE, H; HOBBS, S.J. Modification of the cranial closing wedge osteotomy technique for the treatment of canine cruciate disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, n. 6, p. 457–462, 2011.