



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária

PRÓTESE SINTÉTICA INTRACAPSULAR DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL:  
ESTUDO RETROSPECTIVO

CLÁUDIO RODRIGUES DA SILVA DE MACEDO CABRAL

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor António José Almeida Ferreira

Doutor João José Martins Afonso

Doutora Anabela de Sousa Santos da Silva Moreira

Dr. Luís de Morais

ORIENTADOR

Dr. Luís de Morais

CO-ORIENTADOR

Doutora Anabela de Sousa  
Santos da Silva Moreira

2010

LISBOA

---









UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária

PRÓTESE SINTÉTICA INTRACAPSULAR DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL:  
ESTUDO RETROSPECTIVO

CLÁUDIO RODRIGUES DA SILVA DE MACEDO CABRAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor António José Almeida Ferreira

Doutor João José Martins Afonso

Doutora Anabela de Sousa Santos da Silva Moreira

Dr. Luís de Morais

ORIENTADOR

Dr. Luís de Morais

CO-ORIENTADOR

Doutora Anabela de Sousa  
Santos da Silva Moreira

2010

LISBOA

---





Para os meus pais, que me proporcionaram este caminho percorrido até aqui.

Ao curso que me fez conhecer o amor da minha vida.



## **AGRADECIMENTOS**

---

Ao Dr. Luís de Moraes, muito obrigado por me orientar nesta fase final do curso e pelos inúmeros conhecimentos que me transmitiu nomeadamente na área da cirurgia. Agradeço ainda a confiança que depositou em mim.

À Doutora Anabela Moreira por me ter co-orientado na revisão da dissertação.

Ao corpo clínico do Instituto Médico Veterinário. À Dra. Myriam Gonçalves, pela sua persistência e disponibilidade, que demonstrou durante o estágio, em ensinar-me as técnicas de cateterização, princípios de interpretação radiográfica e tomografia computadorizada e pela sua boa disposição. Ao Dr. Joaquim Henriques, por me permitir assistir às suas consultas e partilhar comigo valiosos conhecimentos, nas áreas da medicina interna e oncologia. Aos restantes médicos veterinários que tive o prazer de conhecer enquanto ali estive. Obrigado a todos pelo profissionalismo e amizade que demonstraram.

À restante equipa do Instituto Médico Veterinário. Obrigado Liliana e Ilda pela vossa simpatia e pela companhia aos almoços. À Filipa por nos animar com as suas canções pela manhã e pela ajuda indispensável que me concedeu na formatação da dissertação.

À Depuy Mitek, na pessoa do Sr. António Silva, por me ter facultado as Fastin Anchor® que possibilitaram a documentação fotográfica da técnica cirúrgica.

Ao Dr. Carlos Silva, médico ortopedista na Clínica de Santo António, por me ter proporcionado assistir a intervenções por artroscopia ao ligamento cruzado anterior.

A todos os amigos que fiz ao longo desta jornada de 6 anos na F.M.V. Um particular abraço ao Rafael pela sua camaradagem.

Ao Francisco e ao David, amigos de infância, que me ajudaram com as imagens deste trabalho. Aos restantes membros, João e Duarte, deste peculiar e inseparável grupo de amigos que faz parte de mim. São também a minha família. Às noites de Settlers, Worms, Poker, Tekken e muito mais.

Ao meu irmão, pessoa emotiva e impulsiva desde sempre, que me traz, no entanto, à memória as nossas raízes comuns.

Aos meus pais, por todo o amor, amizade e apoio desde o primeiro dia e nas diversas fases da minha vida. Além de pais, são os meus melhores amigos.

A ti Mariana, por me fazeres viver o melhor tempo da minha vida. Obrigado.

## RESUMO

---

A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCC) é a condição ortopédica da articulação do joelho mais comum, a ser diagnosticada, na espécie canina. A doença do ligamento cruzado cranial (DLCC), no cão, tem sede num complexo etiológico multifactorial, que requer, para sua compreensão, um conhecimento dos mecanismos biológicos e biomecânicos da articulação femoro-tibial.

Apesar da frequência elevada de ocorrência desta condição debilitante, existe um debate e discussão considerável acerca das opções de tratamento disponíveis actualmente.

A presente dissertação deu ênfase às opções de tratamento que consistem na utilização de próteses sintéticas, para a correcção da instabilidade articular que se verifica secundariamente à ruptura do ligamento cruzado cranial (LCC).

O objectivo principal do estudo aqui apresentado centra-se na comparação de técnicas cirúrgicas intracapsulares. Foram comparados dois grupos de cães, com RLCC, nos quais foram executadas técnicas diferentes. O grupo 1 (n=16) foi submetido a técnica intracapsular *over-the-top*, enquanto no grupo 2 (n=9) foi utilizada uma âncora intracapsular com 2 suturas grossas de poliéster que vieram reproduzir o LCC no interior da articulação. Foi acompanhado o resultado pós-cirúrgico, a curto-médio prazo, de todos os doentes presentes no estudo e aferida a condição actual, dos indivíduos do grupo 2, por entrevista telefónica aos proprietários. Os resultados sugeriram que as técnicas estudadas apresentam similaridade na eficácia do tratamento, tendo todos os doentes melhorado da apresentação clínica referente ao período da lesão.

Devido ao facto de não existir, até à data, um método capaz de travar as alterações degenerativas consequentes à ruptura do ligamento, nomeadamente a osteoartrite (OA), outras prioridades de tratamento podem ser consideradas. Foi por este último factor, intenção adicional deste trabalho averiguar a possibilidade de execução da técnica de ancoragem por artroscopia numa fase posterior. A vertente da técnica por via artroscópica aparentou ser sustentável após os resultados do estudo.

Palavras chave: canídeo, ruptura ligamento cruzado cranial, próteses sintéticas, técnica *over-the-top*, âncora intracapsular, artroscopia

## **ABSTRACT**

---

Cranial cruciate ligament rupture (CCLR) is the most commonly diagnosed orthopaedic condition of the stifle in dogs. The cranial cruciate ligament disease is a multifactorial complex problem, which requires a thorough understanding of the biological and biomechanical mechanisms of the femoro-tibial articulation.

Despite the high frequency of occurrence of this debilitating condition, there is considerable debate and discussion about the treatment options available today.

This work emphasized the options of treatment involving the use of synthetic prostheses, for the correction of joint instability that occurs secondary to cranial cruciate ligament rupture (CCL).

The main objective of the study presented here focuses on the comparison of intracapsular surgical techniques. Two groups of dogs with CCLR were compared, where different techniques were performed. Group 1 (n=16) underwent intracapsular technique over-the-top, while in group 2 (n=9) an intracapsular anchor with two sutures of thick polyester was implanted in order to reproduce the function of CCL. The outcome after surgery was followed by short term evaluation for all patients in the present study and the current condition regarding the individuals belonging to the group 2 was accessed by telephone survey.

The results suggested that the techniques studied showed similarity in treatment efficacy, while all patients improved the clinical presentation for the period of injury.

Due to the fact that to date there is not a single surgical procedure capable of stopping the degenerative changes consequent to rupture of the ligament, including osteoarthritis (OA), other treatment priorities can be considered. It was for this latter factor, additional intent of this study to investigate the possibility of performing the anchoring technique by arthroscopy at a later stage.

The aspect of an arthroscopic technique appeared to be sustainable after the study results.

Keywords: dog, cranial cruciate ligament rupture, synthetic prostheses, over-the-top technique, intracapsular anchor, arthroscopy

# ÍNDICE GERAL

---

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>i</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE GERAL .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>NOTA PRÉVIA .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Anatomia, função e constituição do ligamento cruzado cranial.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Anatomia .....	3
2.1.2 Funções.....	7
2.1.3 Constituição.....	8
<b>2.2 Doença do ligamento cruzado cranial .....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Prevalência e factores de risco .....	10
2.2.1.1 Sexo, idade, raça e peso .....	10
2.2.1.2 Genética .....	10
2.2.1.3 Defeitos conformacionais .....	11
2.2.2 Fisiopatogenia .....	13
2.2.2.1 Mecanismos imunopatológicos .....	14
2.2.2.2 Mecanismos hormonais.....	16
2.2.2.3 Mecanismos conformacionais .....	16
2.2.2.4 Mecanismos bioquímicos .....	17
2.2.2.5 Mecanismos vasculares .....	17
2.2.2.6 Lesão meniscal.....	17
2.2.3 Sintomatologia e diagnóstico .....	19
2.2.3.1 Exame clínico .....	20
2.2.3.2 Avaliação radiográfica .....	22
2.2.3.3 Artrocentese .....	24
2.2.3.4 Ressonância Magnética e Tomografia Computorizada.....	24
2.2.3.5 Exame ultrassonográfico .....	26
2.2.3.6 Artroscopia .....	26
2.2.4 Terapêutica .....	27
2.2.4.1 Técnicas extracapsulares.....	28
2.2.4.2 Osteotomias proximais da tibia .....	29
2.2.4.3 Técnicas intracapsulares.....	32
2.2.4.4 Meniscectomia.....	33
2.2.5 Complicações e prognóstico .....	34
2.2.5.1 Complicações no período pós operatório.....	35
2.2.5.2 Prognóstico.....	36
2.2.6 Período de reabilitação .....	36
<b>2.3 Próteses sintéticas .....</b>	<b>38</b>
1.3.1 Fibra de carbono .....	39
1.3.2 Gore-tex .....	40
1.3.3 Dacron.....	41
1.3.4 Leeds-Keio artificial ligament (LK).....	41

1.3.5	Kennedy ligament augmentation device (LAD).....	42
1.3.6	Ligament advanced reinforcement system (LARS) artificial ligament.....	42
1.3.7	Avanços na engenharia de tecidos – estruturas biodegradáveis.....	43
<b>3</b>	<b>ESTUDO RETROSPECTIVO .....</b>	<b>46</b>
3.1	<b>OBJECTIVOS .....</b>	<b>47</b>
3.2	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
3.2.1	Desenho experimental .....	47
3.2.2	Material .....	48
3.2.3	Métodos .....	49
3.2.3.1	Metodologia de diagnóstico, inclusão em grupos e caracterização da amostra .....	49
3.2.3.2	Procedimentos do pré-operatório .....	52
3.2.3.3	Técnicas cirúrgicas.....	52
3.2.3.4	Procedimentos do pós-operatório .....	67
3.2.3.5	Avaliação a curto-médio prazo.....	67
3.2.3.6	Avaliação a longo-termo.....	68
3.2.3.7	Análise de resultados .....	68
3.3	<b>Resultados .....</b>	<b>69</b>
3.3.1	Avaliação da amostragem.....	69
3.3.2	Avaliação dos resultados no período pós-cirúrgico a curto-médio prazo.....	73
3.3.3	Avaliação dos resultados a longo prazo do grupo 2 .....	75
3.4	<b>Discussão .....</b>	<b>78</b>
3.5	<b>Conclusão .....</b>	<b>83</b>
<b>4</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 – Anatomia normal da articulação do joelho .....	3
Figura 2 – Áreas de inserção dos ligamentos cruzados no fémur .....	4
Figura 3 – Áreas de inserção dos ligamentos cruzados na tibia .....	4
Figura 4 – LCC em extensão (A) e flexão (B) .....	5
Figura 5 – Vascularização superficial normal dos ligamentos cruzados .....	6
Figura 6 – LCC normal e sua microvasculatura .....	7
Figura 7 – Aspecto histológico do LCC no seu ponto de inserção na tibia .....	8
Figura 8 – Aparência do LCC do Greyhound e do Labrador ao microscópio electrónico (ampliação – x 22.000) .....	9
Figura 9 – Comparação de APT num cão com e sem ruptura do ligamento cruzado cranial .....	11
Figura 10 – Medidas da fossa intercondilóide canina .....	12
Figura 11 – Representação esquemática da resposta humoral imune de um cão com DLCC .....	14
Figura 12 – Representação esquemática da resposta celular imune de um cão com DLCC	15
Figura 13 – Tipos de lesão meniscal .....	18
Figura 14 – Vista artroscópica de patologia dos meniscos .....	19
Figura 15 – Teste de compressão tibial (A) e teste de gaveta cranial (B) .....	21
Figura 16 – Graus de osteoartrite à interpretação radiográfica .....	22
Figura 17 – Sinais de OA num paciente com RLCC .....	23
Figura 18 – Imagens radiográficas de uma articulação do joelho com RLCC .....	23
Figura 19 – Ressonância magnética de uma RLCC completa .....	24
Figura 20 – Tomografia computadorizada da articulação do joelho submetida a cirurgia de RLCC .....	25
Figura 21 – Técnicas Extracapsulares de estabilização retinacular lateral .....	28
Figura 22 – Posição da osteotomia (A) e aspecto pós-operatório da TPLO (B) .....	30
Figura 23 – Posição da osteotomia (A) e aspecto pós-operatório da TTA (B) .....	31
Figura 24 – Posição da osteotomia (A) e aspecto pós-operatório da TTO (B) .....	32
Figura 25 - Técnica intracapsular de Paatsama .....	33
Figura 26 – Ilustração das cartilagens meniscais após vários tipos de meniscectomia .....	34
Figura 27 – Ilustração do implante de Gore-Tex (A) com reconstrução standart do LCA (B) .....	40

Figura 28 – <i>Leeds-Keio artificial ligament</i> .....	42
Figura 29 – Aspecto do LARS .....	43
Figura 30 – Estrutura tridimensional de PLLA trançada e a macroestrutura das zonas de fixação ósseas e intra-articular .....	44
Figura 31 – Microscopia electrónica de uma estrutura de PLLA (A) e PLAGA (B) .....	45
Figura 32 – Ilustração da FASTIN® Anchor.....	48
Figura 33 - Abordagem à articulação joelho por uma artrotomia lateral .....	53
Figura 34 - Abordagem à articulação do joelho através de artrotomia lateral <i>continuação</i> ..	54
Figura 35 – Técnica cirurgica <i>Over-the-Top</i> (OTT) .....	55
Figura 36 - Técnica cirurgica <i>Over-the-top</i> (OTT) <i>continuação</i> .....	56
Figura 37 – Túneis transversais .....	57
Figura 38 – 3º túnel tibial.....	58
Figura 39 – Dispositivo de apontamento do túnel tibial e sua utilização.....	59
Figura 40 – Esquema do sistema de coordenadas ortogonais para aferir o local anatómico de inserção do LCC.....	59
Figura 41 – Implantação da âncora.....	60
Figura 42 – Passagem das suturas de poliéster pelo 3º túnel .....	61
Figura 43 – Passagem das suturas de poliéster pelos túneis transversais .....	62
Figura 44 - Aspecto dos dois conjuntos de pontas das suturas, na face lateral da tíbia, após passagem pelos túneis transversais .....	62
Figura 45 –nó das suturas de poliéster .....	63
Figura 46 – Aspecto final dos túneis, suturas no seu interior e nó na face lateral da tíbia ....	64
Figura 47 – Aspecto das suturas não absorvíveis de poliéster no interior da articulação .....	64
Figure 48 – controlo radiográfico do local de implantação da prótese.....	65
Figura 49 – Esquema exemplificativo da implantação da prótese .....	66

## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens de vários tipos de próteses do LCA .....	39
Tabela 2 – Diagnósticos diferenciais para claudicação .....	50
Tabela 3 – Modelo do questionário dirigido aos proprietários dos animais .....	68
Tabela 4 – Distribuição dos géneros no estudo .....	69
Tabela 5 – Distribuição dos casos por raças em ordem alfabética .....	69
Tabela 6 – Distribuição dos casos por modalidade de RLCC .....	70
Tabela 7 – Relação temporal entre RLCC bilateral .....	71
Tabela 8 – Acompanhamento pós-cirúrgico do grupo 1, submetido a OTT .....	73
Tabela 9 - Acompanhamento pós-cirúrgico do grupo 1, submetido a OTT (continuação)....	74
Tabela 10 - Acompanhamento pós-cirúrgico do grupo 2 .....	75
Tabela 12 – Resultados do inquérito telefónico .....	76

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1 - Distribuição das idades de ocorrência de RLCC.....	70
Gráfico 2 - Idade do diagnóstico de RLCC e relação com o peso do animal.....	71
Gráfico 3 – Distribuição dos pesos dos animais dos grupos 1 e 2.....	72
Gráfico 4 – Relação entre cirurgias OTT realizadas e próteses sintéticas implantadas.....	72
Gráfico 5 – Relação entre o nível de actividade.....	76
Gráfico 6 – Relação entre o grau de limitação.....	77
Gráfico 7 – Relação entre a capacidade de saltar.....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

APT – ângulo do plateau tibial  
DAD – doença articular degenerativa  
DLCC – doença do ligamento cruzado cranial  
HMPC – hemi-meniscectomia do pólo caudal  
kg - quilograma  
LAD – *ligament augmentation device*  
LARS – *ligament advanced reinforcement system*  
LCA – ligamento cruzado anterior (humanos)  
LCC – ligamento cruzado cranial (canídeos)  
LK – *Leeds-Keio artificial ligament*  
MI – mililitro  
mm – milímetro  
MMC – meniscectomia medial completa  
MMP – metaloproteinases  
OA – osteoartrite  
OTT – *over-the-top*  
PET – polietileno tereftalato  
PGA – ácido poliglicólico  
PLAGA – ácido poliláctico-co-glicólico 82:18  
PLLA – ácido poli L-láctico  
PTFE – politetrafluoroetileno  
RM – ressonância magnética  
TC – tomografia computadorizada  
TCT – teste de compressão tibial  
TGC – teste de gaveta cranial  
TPLO – *tibial plateau leveling osteotomy*  
TR – *TightRope CCL®*  
TTA – *tibial tuberosity advancement*  
TTO – *triple tibial osteotomy*  
% – percentagem  
® – marca registrada  
> – maior  
< – menor

## NOTA PRÉVIA

---

O presente trabalho foi desenvolvido durante o estágio curricular obrigatório, de acordo com o regulamento do Curso de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária aprovado pelo Conselho Científico da Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Técnica de Lisboa, na sequência do registo de adequação do Curso de Licenciatura em Medicina Veterinária efectuado na Direcção-Geral do Ensino Superior com o nº R/B – AD – 1042/2007, nos termos do despacho nº 19480-O/2007 (2ªsérie) dia 28 de Agosto de 2007; ao abrigo do Decreto-lei nº 74/2006 de 24 de Março, e do disposto na Deliberação nº 1487/2006 da Reitoria da Universidade Técnica de Lisboa.

O estágio teve lugar no Instituto Médico Veterinário, situado em Lisboa, sob a orientação científica do Dr. Luís de Moraes que ali exerce funções de Director Clínico. Durante um período de 4 meses, compreendido entre 1 de Setembro e 23 de Dezembro, foram acompanhadas as actividades clínicas diárias e conduzida a pesquisa e recolha de dados que permitiram a elaboração deste trabalho. Após este período frequentou-se a clínica, ocasionalmente, no sentido de dar continuidade ao contacto com a prática veterinária.

Das actividades clínicas, desenvolvidas neste período, fizeram parte a participação em consultas, seguimento dos casos clínicos, acompanhamento de todos os tratamentos, internamentos, participação em cuidados de anestesia e participação activa em cirurgia. Foram ainda acompanhados todos os métodos de diagnóstico à disposição, dos quais se destacam a radiografia digital, ecografia, electrocardiografia, tomografia computadorizada, endoscopia e exames de laboratório.

O estágio incidiu, maioritariamente, na área da patologia cirúrgica, sendo que a distribuição da casuística concentrou-se na especialidade cirúrgica de ortopedia. No que diz respeito à área da patologia médica, tiveram especial destaque, no acompanhamento durante o estágio, os casos relacionados com a especialidade de oncologia. Nos métodos de diagnóstico por imagiologia, teve-se maior contacto com a realização e interpretação de exames radiográficos digitais e de tomografia computadorizada.

Relativamente à temática da dissertação, frequentou-se, durante o estágio curricular, um *workshop* de demonstração de artroscopia do carpo, com o apoio da Depuy Mitek inc., nas instalações da Faculdade de Medicina da Universidade Nova de Lisboa. Assistiu-se ainda, nas instalações da Clínica de Santo António, a intervenções de artroscopia da articulação do joelho com patologia do ligamento cruzado anterior.

# 1 INTRODUÇÃO

---

Os ligamentos cruzados são estruturas no centro da articulação do joelho, das quais variadas espécies, incluindo o homem e o cão, necessitam para a estabilidade craniocaudal articular.

A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCC) é, indiscutivelmente, a patologia ortopédica mais importante na espécie canina (Innes, 2010). Tendo sido identificada pela primeira vez, como uma causa de claudicação no membro posterior, em 1926 (Rooster, 2001). A prevalência da doença do ligamento cruzado cranial (DLCC) tem vindo deste então a aumentar. Ainda que as causas deste aumento não estejam completamente esclarecidas, tem sido postulado que a razão para esta mudança não seja reflexo de um aumento real da frequência de ocorrência da doença, mas sim devido ao reconhecimento cada vez mais preciso da patologia pelos médicos veterinários (Witsberger, Villamil, Schultz, Hahn, & Cook, 2008).

Na espécie canina e humana, é identificada uma semelhança notável nas estruturas anatómicas da articulação do joelho. Por esta mesma razão o cão é escolhido como modelo experimental para incontáveis estudos de artropatias em humanos. No entanto, nestas duas espécies, a doença do ligamento cruzado cranial/anterior diverge num aspecto crucial, o da sua etiologia. Na espécie canina, ao invés da espécie humana, rupturas do ligamento puramente traumáticas são raramente reportadas. Nos cães, a ruptura do ligamento cruzado cranial, parece ocorrer de forma espontânea, sobre cargas fisiológicas de tensão, secundariamente a uma degeneração progressiva do próprio ligamento (Rooster, 2001).

Embora as últimas décadas tenham trazido inúmeros progressos tanto na compreensão da fisiopatogenia da doença como na sua terapêutica, é igualmente relevante salientar, dada a elevada prevalência desta condição, as lacunas ainda por preencher destes dois aspectos referidos (Innes, 2010).

Mais de 100 técnicas foram descritas para estabilização articular para tratamento desta patologia, não tendo sido no entanto associada uma diferença marcante no resultado clínico, conseqüente à escolha do método cirúrgico (Rooster, 2001). Dada a falta generalizada de informação convincente disponível, é actualmente impossível favorecer um procedimento sobre outro. À medida que a qualidade dos estudos aumenta e mais informação aparece disponível, o interesse de categorizar estas mesmas fontes ganha importância. Os princípios da medicina baseada em evidências irá assistir os médicos veterinários na incorporação de informação a partir de estudos controlados bem projectados. O objectivo final será alcançar uma alta taxa de sucesso clínico e otimizar a qualidade de cuidados ao paciente (Aragon & Budsberg, 2005).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

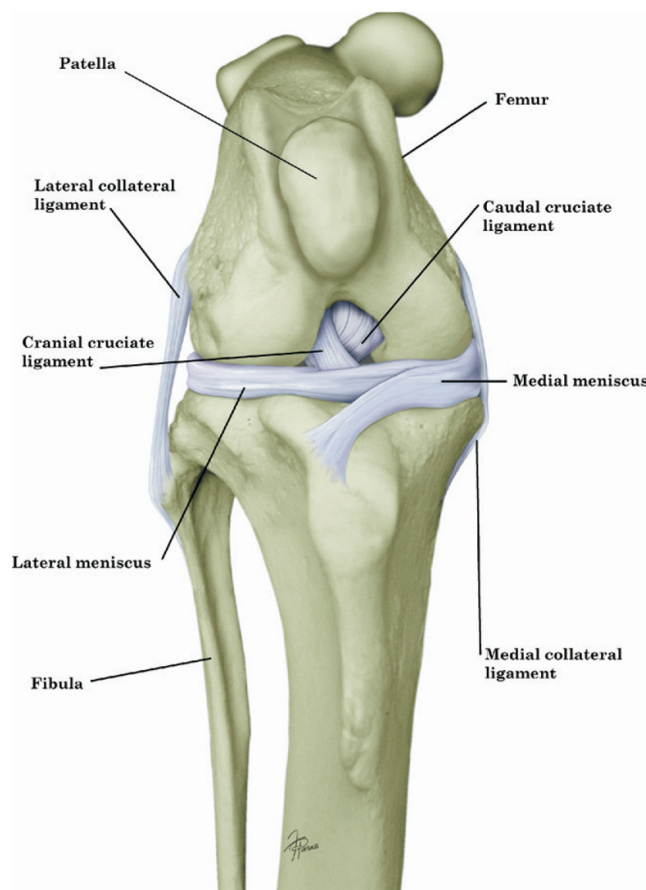
---

### 2.1 Anatomia, função e constituição do ligamento cruzado cranial

#### 2.1.1 Anatomia

Uma das mais complexas articulações, a articulação do joelho (figura 1), contém os ligamentos cruzados necessários à estabilidade crânio-caudal da articulação. Esta articulação movimenta-se maioritariamente em dois planos: flexão/extensão e rotação. Está ainda adaptada a pequenas oscilações crânio-caudais e médio-laterais. Vários elementos, com destaque para os ligamentos cruzados cranial e caudal, o ligamento patelar, o complexo muscular do quadríceps, os ligamentos colaterais, os meniscos lateral e medial e a cápsula articular, contribuem para a estabilidade e distribuição de carga na articulação. Morfológica e funcionalmente complexos, os ligamentos cruzados são estruturas dinâmicas, que ligam de forma vigorosa o fémur à tíbia. Foram assim denominados devido à sua disposição cruzada característica entre eles (Jerram & Walker, 2003; Rooster, Bruin, & Bree, 2006).

Figura 1 – Anatomia normal da articulação do joelho (Canapp, 2007)



O ligamento cruzado cranial (LCC) insere-se proximalmente à parte caudolateral da fossa intercondilóide do fémur, correndo diagonalmente numa direcção cranial, medial e distal através desta mesma fossa (figura 2). Insere-se distalmente na área intercondilóide cranial do plateau tibial (figura 3). O LCC apresenta um padrão torcido de 90°, numa espiral no sentido exterior, a partir do seu ponto proximal até ao distal (Arnoczky & Marshall, 1977; Hayashi, Manley, & Muir, 2004).

Figura 2 – Áreas de inserção dos ligamentos cruzados no fémur (Arnoczky, 1988)

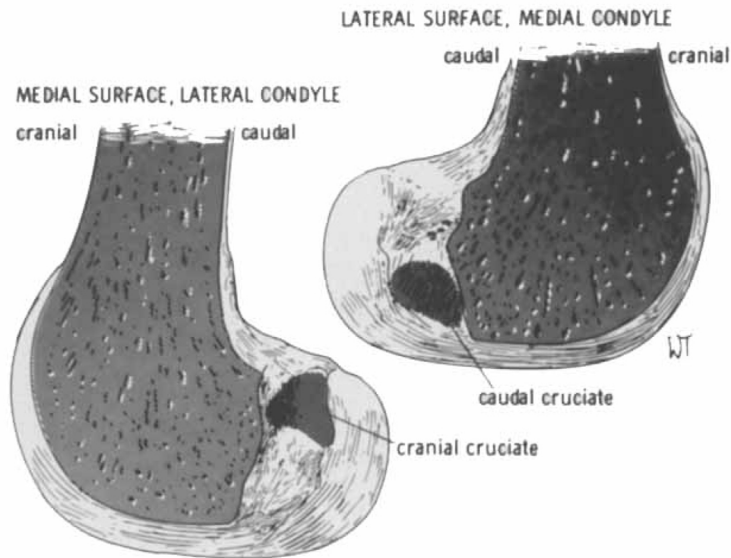
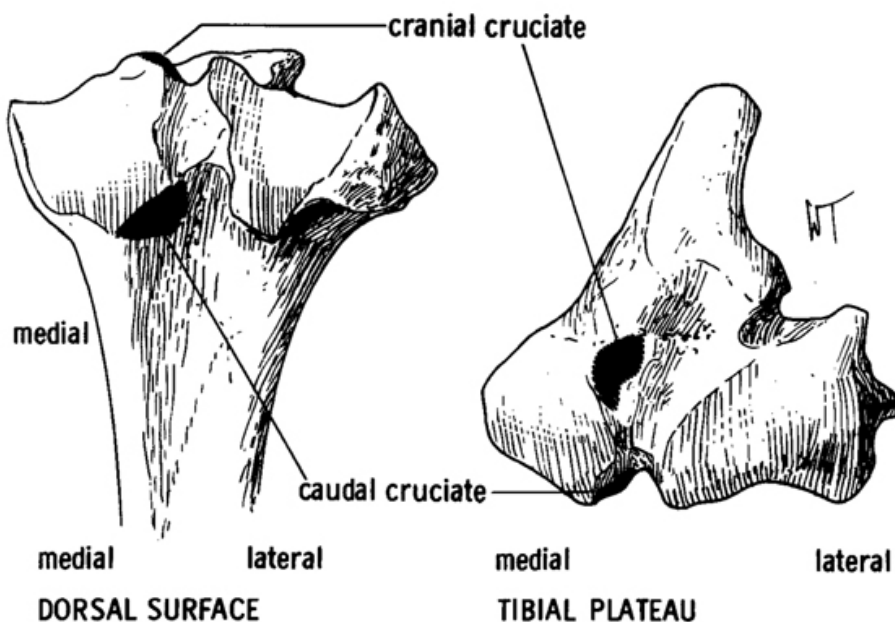


Figura 3 – Áreas de inserção dos ligamentos cruzados na tíbia (Arnoczky, 1988)

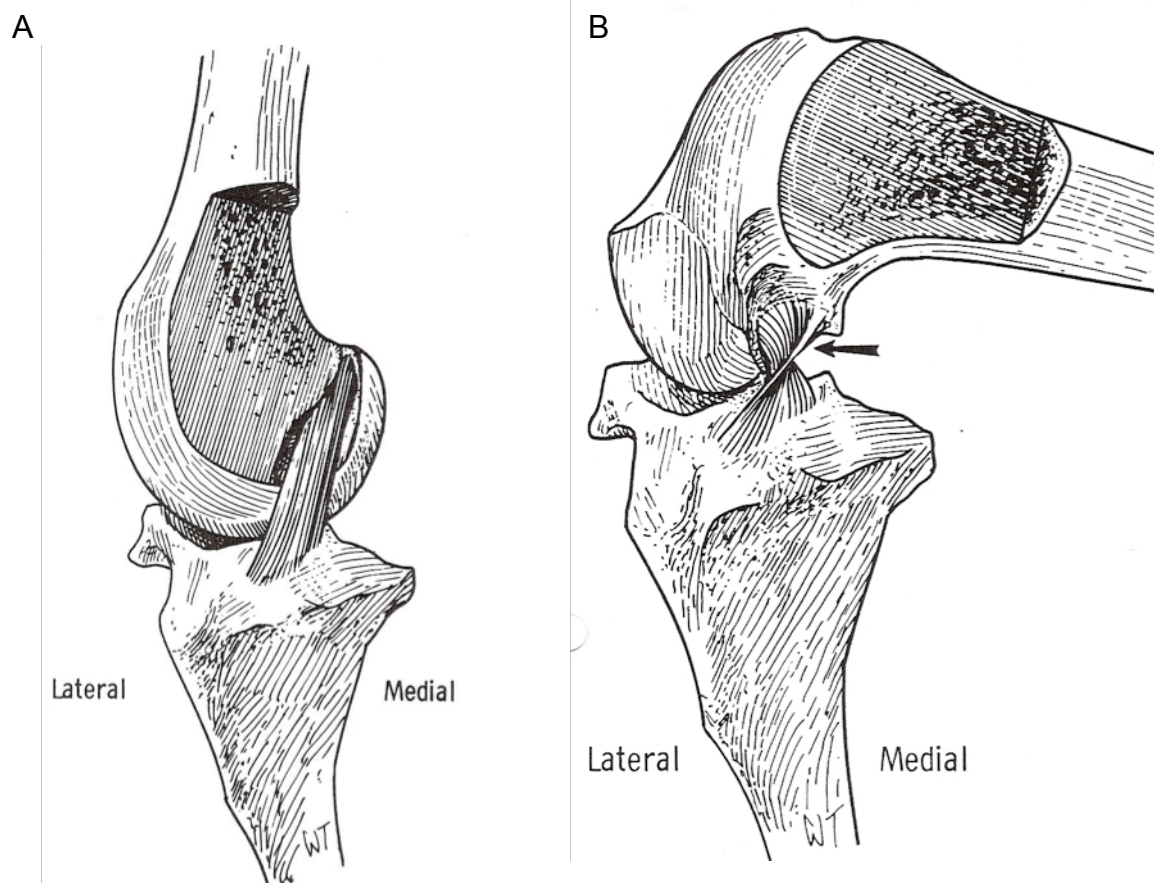


A área de fixação femoral do LCC apresenta um formato de segmento de círculo, com o bordo caudal convexo e o bordo cranial em forma de cunha. Por sua vez a área de fixação à tibia apresenta uma forma de vírgula com uma orientação crânio-caudal (Arnoczky & Marshall, 1977).

O LCC é mais estreito na sua porção média alargando tanto nas regiões proximais como distais. A sua forma muda consoante a amplitude de movimento da articulação do joelho. O comprimento do LCC está positivamente correlacionado com o peso corporal, tendo sido reportado na espécie canina uma média de 13,5 – 18,7 mm (Rooster et al., 2006).

O LCC é dividido nas bandas crâniomedial e caudolateral, esta última ligeiramente maior, assim determinadas pelas suas diferentes zonas de fixação no plateau tibial. A actual proporção das suas contribuições para suster carga, varia com o ângulo de flexão da articulação. A banda crâniomedial está tensa em ambas as fases de extensão e flexão, enquanto a componente caudolateral está tensa na extensão mas relaxada na flexão (figura 4) (Comerford, Tarlton, Wales, Bailey & Innes, 2006; Fossum, 2008)

Figura 4 – LCC em extensão (A) e flexão (B) (Arnoczky & Marshall, 1977)

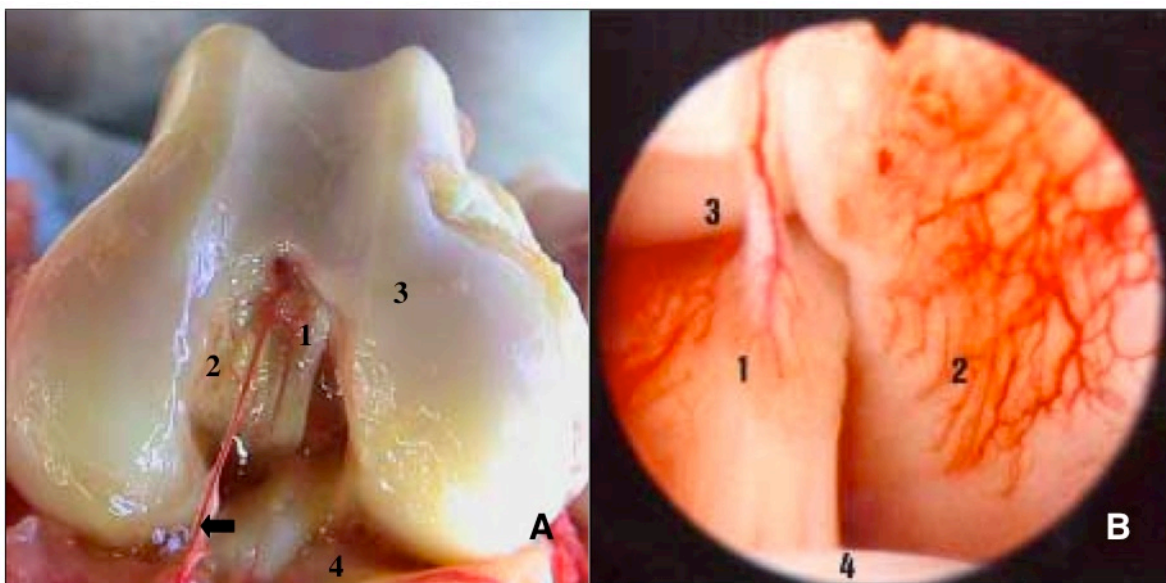


**A** – Articulação em extensão, notar ambas as bandas crâniomedial e a caudolateral tensas  
**B** – Articulação em flexão, notar a banda crâniomedial tensa e a banda caudolateral relaxada.

Os ligamentos cruzados são revestidos por um fino e uniforme invólucro de membrana sinovial que divide a articulação no plano sagital. Esta membrana epiligamentosa torna os ligamentos cruzados estruturas extrasinoviais, protegidos dos efeitos degradativos do ambiente sinovial, ainda que sejam intra-capsulares (Rooster et al., 2006).

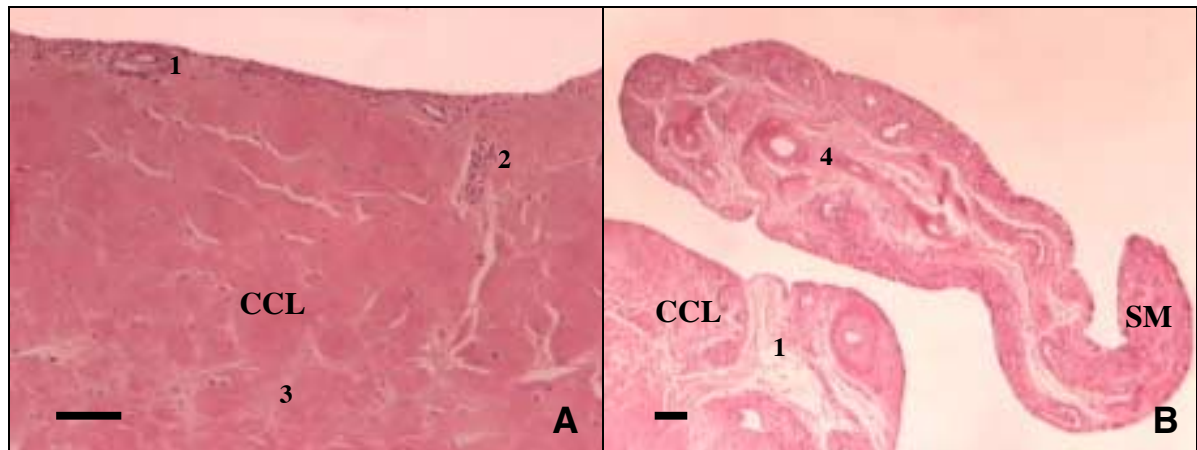
O centro da articulação do joelho recebe a maioria do aporte vascular a partir de ramos da artéria genicular média, que por sua vez se origina da artéria póplitea, que penetra na cápsula articular caudal. A almofada adiposa infrapatelar bem como a bem vascularizada membrana sinovial, que forma um envelope em volta dos ligamentos cruzados, compreendem a via de melhor suporte nutricional aos ligamentos (figura 5) (Rooster et al., 2006). Este tecido epiligamentoso, que reveste os ligamentos, é sede de origem da microvasculatura (figura 6), que penetra no LCC, que se anastomosa livremente formando uma rede longitudinal de vasos endoligamentosos (Arnoczky, 1988).

Figura 5 – Vascularização superficial normal dos ligamentos cruzados (Rooster, 2001)



**A** – vista macroscópica após injeção de latex num espécime de cadáver canino; **B** – vista artroscópica de um joelho normal canino; **1** – ligamento cruzado cranial; **2** – ligamento cruzado caudal; **3** – côndilo lateral femoral; **4** – plateau tibial; → – artéria originária da almofada adiposa infrapatelar.

Figura 6 – LCC normal e sua microvasculatura (Rooster, 2001)



**A** – O LCC está envolto por vasos paraligamentosos; **B** – A bem vascularizada membrana sinovial (**SM**) forma um envelope em volta do LCC; **1** – vasos paraligamentosos **2** – anastomose entre vasos paraligamentosos e endoligamentosos **3** – zona hipovascular **4** – vasos sinoviais

O núcleo da porção média do ligamento é menos vascularizado que as restantes partes (Rooster et al., 2006). No entanto, estes mecanismos de aporte sanguíneo, não são suficientes para o LCC demonstrar uma boa capacidade de regeneração quando comparado, por exemplo, com os ligamentos colaterais. Isto deve-se ao facto do LCC estar envolto por líquido sinovial e não possuir vascularização significativa (Bernardino, 2010).

A inervação do LCC, pensa-se ser derivada de ramos do nervos safeno, peroneal comum e tibial. A região proximal do LCC contém ainda a maior densidade de mecanorreceptores, responsáveis pela activação, a nível local, de padrões reflexos protectores contra possíveis lesões (Hayashi et al., 2004; Rooster et al., 2006).

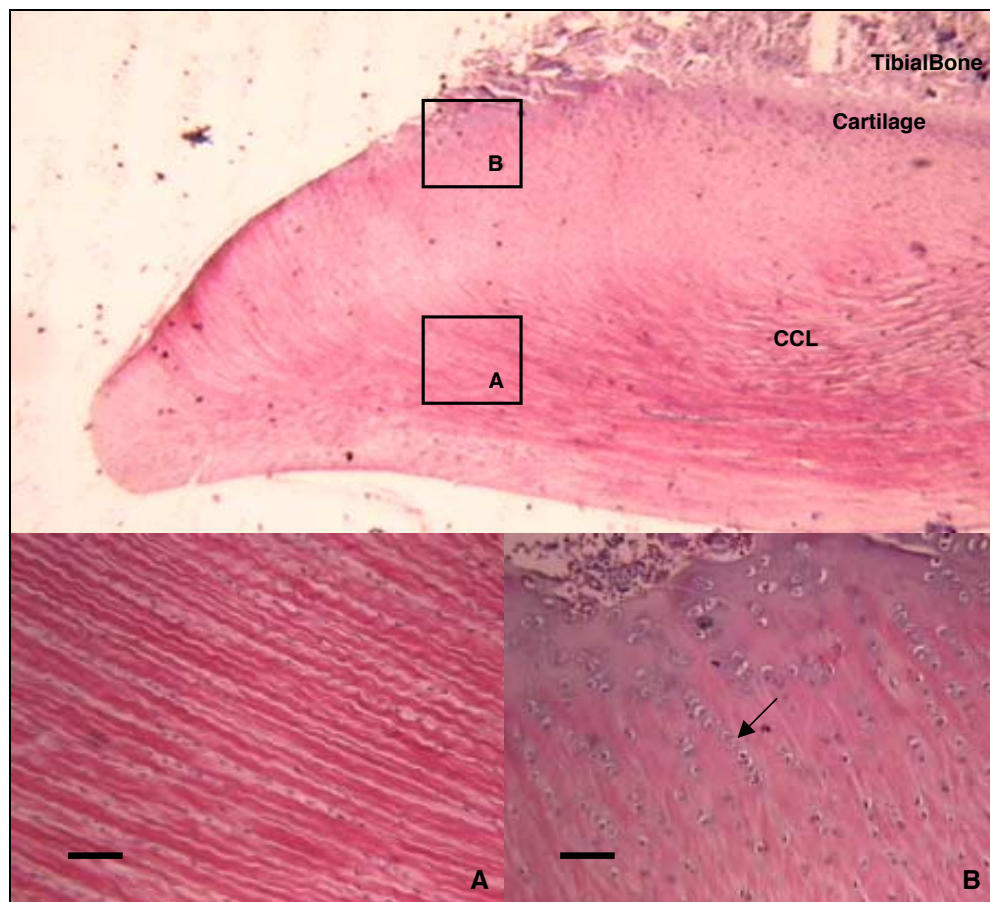
### 2.1.2 Funções

Os ligamentos cruzados têm funções específicas directamente relacionadas com as suas localizações anatómicas e orientações no interior da articulação. O LCC promove resistência a forças que, de outra forma, causariam um movimento de translação cranial da tibia em relação ao fémur. Em menor grau previne ainda a rotação interna da tibia durante a flexão. A hiperextensão é também prevenida pela tensão nos ligamentos cruzados, sendo a banda caudolateral do LCC que mais contribui para este fim. Os ligamentos cruzados são, ainda que de forma secundária, importantes na limitação de angulações varus e valgus (Rooster et al., 2006). Ambos os ligamentos cruzados são espiralados sobre si mesmos, estando ainda naturalmente torcidos um no outro na fase de flexão. É esta aparência torcida que previne o colapso da articulação, limitando a rotação interna da tibia, durante a estação (Arnoczky & Marshall, 1977; Arnoczky, 1988).

### 2.1.3 Constituição

Ultraestruturalmente, o colagénio tipo I é a macromolécula predominante na composição da matriz extracelular, compreendendo mais de 90% do conteúdo em colagénio do LCC. Os restantes 10% correspondem a colagénio tipo III (Hayashi et al., 2004). As moléculas são produzidas pelos fibroblastos que se alinham paralelamente, em longas colunas, entre os feixes de colagénio. Os componentes neurovasculares seguem o mesmo padrão longitudinal de orientação. Além de fibroblastos, a população celular consiste em vários estadios de células tipo condrócito. O ligamento é uma estrutura multifascicular, de estrutura hierarquizada, que por sua vez é constituída por várias subunidades fasciculares de padrão ondulado (*crimp pattern*) (figura 7) (Rooster et al., 2006).

Figura 7 – Aspecto histológico do LCC no seu ponto de inserção na tíbia (Rooster, 2001)

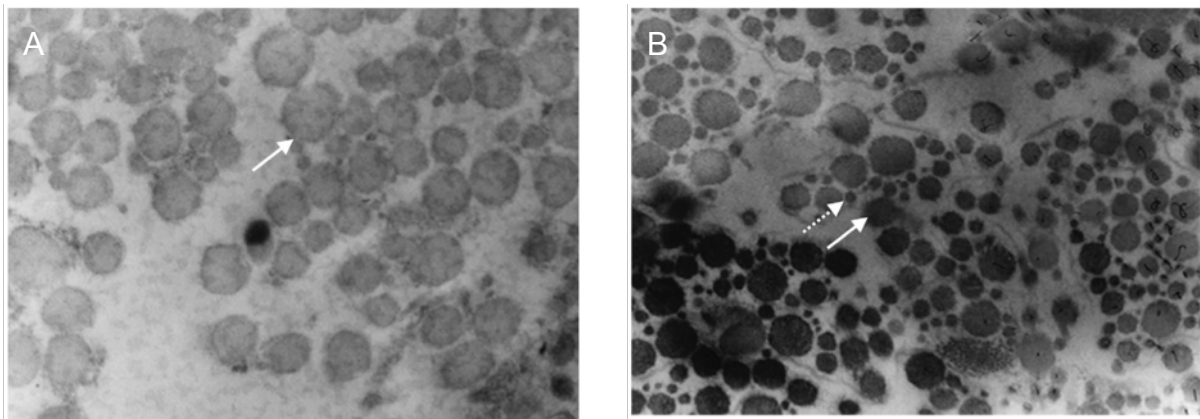


**A** – colagénio em padrão ondulado e alinhado paralelamente ao eixo longo do LCC **B** – ao nível da zona de fixação ao osso os feixes de colagénio não estão inteiramente paralelos ao eixo longo do LCC. Notar as colunas de células do tipo condróide (→) que penetram no ligamento

No LCC canino existe uma grande variabilidade de tamanhos fasciculares, já que podem ser constituídos, cada fascículo, de 1 a 10 subfascículos, subdivididos por tecido epiligamentoso laxo. As unidades subfasciculares são por sua vez constituídas por feixes de fibras de colagénio. Qualquer alteração tri-dimensional, mesmo que subtil, na posição da articulação do joelho, recruta fibras de colagénio de modo diferencial (Rooster et al., 2006).

Um estudo recente, identificou diferenças distintas no LCC de duas raças com predisposições diferentes para a ruptura. Foi revelado, com o auxílio de microscopia electrónica, que a raça Greyhound (Galgo), não-predisposta à RLCC, evidencia diâmetros superiores das fibrilas de colagénio em comparação com as da raça Golden Retriever, predisposta à RLCC (Figura 8) (Comerford et al., 2006).

Figura 8 – Aparência do LCC do Greyhound e do Labrador ao microscópio electrónico (ampliação – x 22.000) (Comerford et al., 2006)



**A** - fibras de colagénio, do Greyhound, de diâmetro grande e uniformes **B** – fibras, do Labrador, de tamanho variável e de pequeno diâmetro

Ao exame histológico, o LCC do Greyhound, quando comparado ao Golden Retriever, revelou uma aparência fibrocartilagenea predominante. Ao contrário do que tem sido descrito, em estudos anteriores acerca da formação de fibrocartilagem, esta aparência fibrocartilaginosa não foi considerada patológica, mas sim fisiológica e adaptativa, em raças atléticas e não predispostas à RLCC (Comerford et al., 2006).

## **2.2 Doença do ligamento cruzado cranial**

### **2.2.1 Prevalência e factores de risco**

A lesão do LCC é de longe a causa mais comum de claudicação da articulação do joelho encontrada na prática veterinária (McCarthy, 2009). O encargo financeiro desta patologia em medicina veterinária assemelha-se ao da ruptura do ligamento cruzado anterior em humanos. Um estudo feito recentemente estimou que nos Estados Unidos, os proprietários de animais de companhia, gastaram cerca de 1,32 bilhões de dólares no tratamento da RLCC no ano de 2003 (Wilke, Robinson, Evans, Rothschild & Conzemius, 2005).

Foram implicados como factores de risco na espécie canina, na doença do ligamento cruzado cranial, o sexo, idade, raça, peso, dieta, defeitos conformacionais e doença imuno-mediada (Guerrero, Geyer, Hassig & Montavon, 2007).

#### **2.2.1.1 Sexo, idade, raça e peso**

Machos e fêmeas castrados têm significativamente maior probabilidade de desenvolver DLCC (prevalência de 4,06% e 4,54% respectivamente). Em relação à idade, cães entre os 4 e 7 anos ou com mais de 7 anos evidenciaram maior susceptibilidade de apresentarem DLCC (prevalência de 3,94% e 3,27% respectivamente). As raças identificadas com maior predisposição para a DLCC foram: Terra Nova, Rottweiler, Labrador Retriever, Bulldog, Boxer, Chow Chow, American Staffordshire Terrier e São Bernardo (prevalência de 8,90%, 8,29%, 5,79%, 5,33%, 5,24%, 4,30%, 4,05% e 3,57% respectivamente) (Witsberger, Villamil, Schultz, Hahn & Cook, 2008). Um outro estudo implicou ainda o peso como factor de risco associado, estabelecendo que cães com peso superior a 22kg teriam maior prevalência de ruptura do LCC (Duval, Budsberg, Flo & Sammarco, 1999).

#### **2.2.1.2 Genética**

Na raça Terra Nova, foi demonstrado que a RLCC é uma condição hereditária. Pensa-se que um trauma menor ocorrido no LCC leve à mutação de um gene ou genes que predisponham à ruptura (Wilke et al., 2006). Foram, mais recentemente, identificados marcadores moleculares, associados com a DLCC, em 4 cromossomas desta mesma raça (Wilke, Zhang, Evans, Conzemius & Rothschild, 2009). Outro dado que suporta a ideia de uma eventual etiologia genética na espécie canina, é a proporção elevada de indivíduos que ruptura o LCC do membro contralateral (37% em raças com > 15kg e 45% em raças com < 15kg evidenciaram RLCC bilateral) (Harasen, 2008).

### 2.2.1.3 Defeitos conformacionais

Foi determinado que o ângulo entre o ligamento patelar e o plateau tibial é superior em cães com DLCC, em comparação com o ângulo de articulações não afectadas. Este ângulo é influenciado pela inclinação do plateau tibial e pelo desenvolvimento da tuberosidade da tibia (Guerrero et al., 2007). Existe ainda uma forte associação entre lesões do LCC e o ângulo do plateau tibial (APT) (figura 9). Cães afectados por DLCC tem um APT significativamente superior em relação a cães não afectados (média de 23,76° e 18,10° respectivamente) (Morris & Alan, 2001).

Figura 9 – Comparação de APT num cão com e sem ruptura do ligamento cruzado cranial (Morris & Alan, 2001)



**A** – Radiografia lateral do joelho num cão saudável com um APT de 18°; **B** - Radiografia lateral do joelho num cão com RLCC em que o APT mede 30°; **a** – Ponto de inserção do LCC; **b** – ponto de inserção do ligamento cruzado caudal; **c** – Ponto entre os centros das eminências intercôndilóides tibiais; **d** – centro do astrágalo.

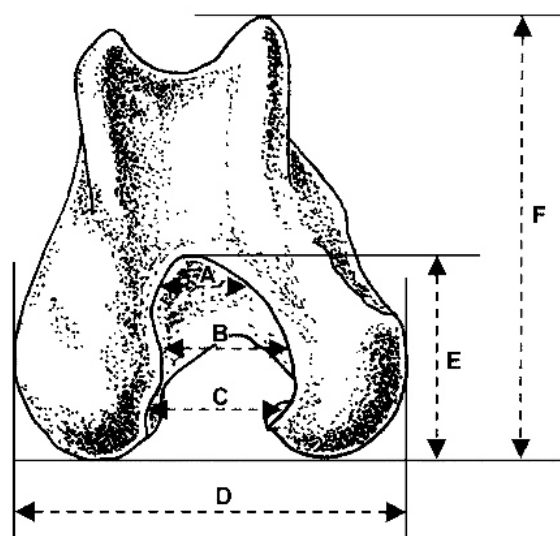
O APT é medido marcando uma linha, que representa o declive do plateau tibial, entre um ponto no plateau medial, da superfície articular medial do plateau tibial, na área intercondilóide cranial onde o LCC se insere e um ponto na margem caudal do côndilo lateral da tibia onde o ligamento cruzado caudal se insere. Uma segunda linha, que

representa o eixo-longo da tíbia, é então marcada entre os centros das eminências intercondilóides tibiais e o centro do astrágalo. O APT é medido entre uma linha perpendicular ao eixo-longo da tíbia e a linha que representa o declive do plateau tibial (Morris & Alan, 2001).

Por sua vez foi provado que a castração realizada precocemente (antes dos 6 meses), é um factor de risco significativo para o desenvolvimento de um APT excessivo. A gonadectomia altera a aparência histológica da placa de crescimento, resultando num alargamento da placa e aumento do crescimento ósseo longitudinal. Pode ainda levar ao encerramento prematuro do aspecto caudal da placa de crescimento metafisária proximal da tíbia, aumento do crescimento do aspecto cranial ou uma combinação de ambos os mecanismos (Duerr, Duncan, Savicky, Park, Egger & Palmer, 2007). No entanto, foi determinado que um APT elevado, < de 35°, não é factor fiável, que dê para prever a RLCC contralateral, em cães afectados unilateralmente (Cabrera, Owen, Mueller & Kass, 2008).

Fossas intercondilóides estenóticas ou estreitas têm sido também implicadas, como factor de risco, em lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) em humanos. O mesmo foi provado para a espécie canina, num estudo com base nas raças Labrador e Golden Retriever, em que a fossa intercondilóide estenótica, destas raças, revelou causar compressão no LCC. Em contrapartida, a raça Greyhound mostrou ter um índice de largura da fossa intercondilóide (figura 10) superior às raças anteriores, permitindo o movimento livre do LCC. Foi sugerido assim que estes defeitos conformacionais exercem influência na taxa de remodelação de colagénio e consequentemente na composição do LCC das diferentes raças (Comerford, Tarlton, Avery, Bailey & Innes, 2006).

Figura 10 – Medidas da fossa intercondilóide canina (Comerford et al., 2006)



**A** – largura anterior da fossa; **B** largura central da fossa; **C** – largura posterior da fossa; **D** – largura total condilar; **E** – altura da fossa; **F** – altura do côndilo femoral; Índice anterior, central e posterior de largura da fossa = respectivamente  $A/D$ ,  $B/D$  e  $C/D$

Por fim, a dominância do músculo gastrocnémio, sobre os mecanismos activos e limitadores da translação cranial da tíbia, poderá desempenhar um papel na predisposição da DLCC na raça Labrador Retriever (Mostafa, Griffon, Thomas & Constable, 2010). De uma maneira geral, os factores que evidenciaram uma associação mais forte com a deficiência do LCC foram a angulação cranial da porção proximal da tíbia, declive excessivo do plateau tibial e a torção distal femoral. Outros factores como a angulação femoral, torção tibial, estenose da fossa intercondiloíde e inclinação acrescida do ligamento patelar, ainda que sejam factores de risco reconhecidos, revelaram ter menos associação com a DLCC (Mostafa, Griffon, Thomas & Constable, 2009).

### **2.2.2 Fisiopatogenia**

Actualmente acredita-se que a DLCC na espécie canina tem uma etiologia multifactorial, com nenhum dos factores concorrentes, previamente referidos, a assumir isolado os aspectos progressivos da doença (Rooster e tal., 2006). É de importância crítica o conceito de que a articulação é um órgão, devendo ser abordada como um todo e não focando apenas os ligamentos cruzados. Tanto a vertente biológica como a biomecânica estão indissociavelmente ligadas na DLCC. Os mecanismos da doença alteram a biologia e a biomecânica, que por sua vez se podem exacerbar respectivamente num ciclo vicioso, conduzindo conseqüentemente a uma via final comum de osteoartrite (OA) e sinais clínicos associados (Cook, 2010).

A DLCC, na espécie canina, é caracterizada por uma degradação progressiva do ligamento, resultando em ruptura parcial que evolui para ruptura total. A maioria dos cães afectados encontra-se com sintomatologia, associada a artrite inflamatória, antes de ocorrer ruptura total (Krayner et al., 2008). Esta reacção inflamatória desenvolve-se na fase inicial da doença e antes do desenvolvimento da instabilidade articular (Rooster et al., 2006).

Frequentemente não existe história pregressa de trauma associado ao começo da claudicação. Cães de raças grandes são mais afectados e a doença bilateral é comum. Histologicamente observa-se uma perda de celularidade com decréscimo na resistência ligamentar, degeneração da arquitectura normal da matriz extracelular e metaplasia condróide (Barret et al., 2005).

Inflamação articular, carga mecânica, compressão sobre superfícies ósseas, micro lesões do ligamento e isquémia podem influenciar o metabolismo celular, resultando em alterações da matriz. A sobrecarga mecânica progressiva diminui o padrão estrutural frisado das fibrilas de colagénio típicas de um LCC intacto, e uma crescente carga de tracção causa rompimento dos fascículos do ligamento (Rooster et al., 2006).

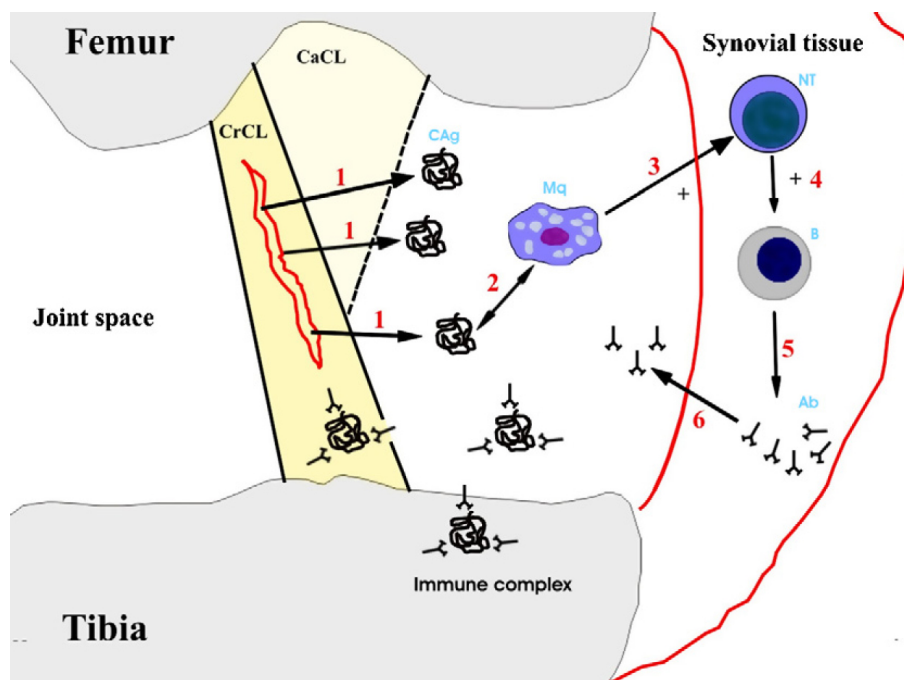
Foi proposto que a maioria das rupturas parciais, do LCC, irão progredir para ruptura total do ligamento, sugerindo um processo interno contínuo de micro-lesão. O mecanismo de

apoptose, foi um factor implicado neste processo patológico interno. A indução aumentada do mecanismo de apoptose, ou morte celular programada, através de um estímulo inflamatório pode levar a um desequilíbrio na morfologia da matriz seguido de RLCC (Krayner et al., 2008).

### 2.2.2.1 Mecanismos imunopatológicos

Mecanismos imunopatológicos humorais (figura 11) e celulares (figura 12) têm sido implicados na DLCC. Permanece no entanto controversia se estes processos imunes precedem ou se são resultado da RLCC. Demonstrou-se no entanto que 51% dos cães com RLCC apresenta evidência histológica de sinovite linfoplasmocítica. Actualmente acredita-se que a sinovite persistente é uma resposta imunológica antigénio-específica no seio da articulação. Potenciais antigénios incluem o colagénio tipo II proveniente de cartilagem degradada, colagénio tipo I e matriz extracelular do LCC afectado, colagénio tipo I do menisco afectado e DNA bacteriano (Erne, Goring, Kennedy & Schoenborn, 2009).

Figura 11 – Representação esquemática da resposta humoral imune de um cão com DLCC (Doom, Bruin, Rooster, Bree & Cox, 2008)

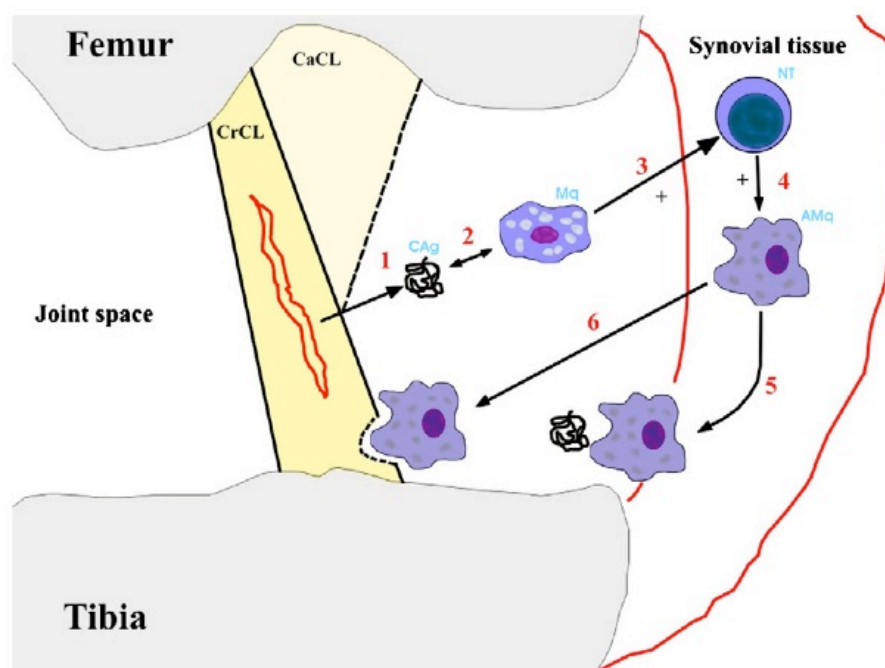


1 – Saída de colagénio tipo I do LCC lesionado; 2 – uptake de colagénio pelo macrófago; 3 – apresentação antigénica a linfócito T; 4 – activação/diferenciação de células B com produção de anticorpos (Ac); 5 e 6 – libertação de Ac no tecido e fluido sinovial com formação de imunocomplexos

Foi comprovado que um aumento nos auto-anticorpos para colagénio no líquido sinovial, não é específico para o tipo de patologia articular. É portanto improvável, que estes anticorpos, anti-colagénio, desempenhem um papel activo no início do enfraquecimento do LCC (Rooster, Cox, & Bree, 2000). Devido à natureza extrasinovial dos ligamentos cruzados, o colagénio tipo I está normalmente obscurecido à vigilância imunológica nos ligamentos intactos. No entanto, quando ocorrem microlesões que expõem a sua composição ao meio sinovial, o colagénio ganha potencial para actuar como auto-antigénio (Rooster et al., 2006).

A artropatia imuno-mediada que se desenvolve de seguida é, em parte, desencadeada pelo recrutamento e activação de macrófagos, positivos para fosfatase ácida tartarato-resistente e catepsina k, para o interior da articulação, promovendo artrite inflamatória, degradação progressiva e eventual ruptura do LCC (Barrett et al., 2005).

Figura 12 – Representação esquemática da resposta celular imune de um cão com DLCC (Doom et al., 2008)



1 – saída de colagénio do tipo I do LCC lesado; 2 – uptake de colagénio pelo macrófago; 3 - apresentação antigénica a linfócito T; 4 – activação de macrófago; 5 fagocitose de colagénio livre; 5 – degradação proteolítica do LCC lesado

Processos inflamatórios induzidos, por exemplo, por citocinas no seio da articulação, têm potencial para alterar a composição dos ligamentos cruzados, tendo sido demonstrado que cães com sinovite imuno-mediada apresentam ligamentos cruzados enfraquecidos. Recentemente, foi provado que a expressão de interleucina-8 (IL-8) tem tendência a ser superior em articulações que irão desenvolver RLCC durante os 6 meses seguintes,

indicando um processo inflamatório que se desenvolve de forma precoce e previamente aos sinais clínicos. Estudos imunohistoquímicos efectuados em tecidos sinoviais de cães, revelaram que as características patológicas da artrite reumatóide e da DLCC são semelhantes variando apenas de forma quantitativa (Doom et al., 2008).

### **2.2.2.2 Mecanismos hormonais**

Está documentado, em humanos, que as atletas femininas têm maior risco de desenvolverem ruptura do LCA, e que esta probabilidade aumenta em determinadas fases do ciclo menstrual. Este dado sugere fortemente a influência hormonal no metabolismo do ligamento (Innes, 2003). De facto, foi provado que o metabolismo do tecido conjuntivo é influenciado pelo sistema endócrino. Receptores de estrogénios foram identificados em fibroblastos do LCA de humanos e LCC de coelhos, tendo sido igualmente reconhecida a sua influência no metabolismo destas células (Innes, 2003; Innes, 2006). A castração, como anteriormente referido, tem sido associada a um aumento da incidência de DLCC. Este factor pode estar relacionado com a mudança no perfil hormonal do indivíduo, no entanto é também possível que, o risco acrescido, possa advir do ganho de peso associado a esta condição e do consequente estado de obesidade. É do conhecimento geral, que o tecido adiposo é sede de produção de determinadas hormonas. Para uma destas hormonas, a leptina, foram identificados receptores no LCC, sem ainda, no entanto, se conhecer o seu papel (Innes, 2006; Houlton, 2008).

### **2.2.2.3 Mecanismos conformacionais**

Defeitos conformacionais que causam compressão do ligamento, contra superfícies ósseas, levam a uma adaptação fisiológica do tecido para proteger as fibras de colagénio. Esta resposta consiste na síntese aumentada de glicosaminoglicanos, resultando num aumento do teor de água e pressão osmótica do ligamento, ficando assim apto a resistir a forças compressivas. No entanto, estas mudanças na matriz, podem levar à formação de zonas de fibrocartilagem que, devido à sua falta de vascularização, estão mais susceptíveis à lesão (Comerford et al., 2006). Como resposta a taxa de remodelação de colagénio aumenta, predispondo o LCC a um estado de laxidez crescente, culminando em osteoartrite progressiva da articulação (Rooster et al., 2006).

#### **2.2.2.4 Mecanismos bioquímicos**

O procedimento normal de reabsorção de colagénio ocorre por fagocitose dos fibroblastos e digestão intracelular por meio de catepsinas lisossomais. No entanto, quando existe remodelação inflamatória do colagénio, pensa-se que esta seja mediada por enzimas da matriz denominadas metaloproteínases (MMP). As MMP-1 e MMP-13 correspondem a colagenases e as MMP-2 e MMP-9 a gelatinases. A RLCC foi ainda associada com a localização de catepsina K e fosfatase ácida tartarato-resistente no tecido do LCC, sendo especialmente proeminentes no tecido epiligamentoso, que rodeia fascículos em remodelação, em fibroblastos que sofreram transformação do tipo condroíde (Hayashi et al., 2004). A RLCC, na maioria dos cães, representa assim uma artropatia inflamatória, na qual a expressão dos produtos de macrófagos, tais como a fosfatase ácida tartarato-resistente e a catepsina K, fazem parte do mecanismo fisiopatológico que leva à ruptura (Barrett et al., 2005).

#### **2.2.2.5 Mecanismos vasculares**

O aporte sanguíneo à região central do LCC é, já por si, marginal, sendo que a hipoxia, provocada por microlesões, contribuí, ainda mais, para o enfraquecimento do ligamento. Processos extensos de reparação em resposta à hipoxia ocorrem no tecido epiligamentoso, que no entanto falha em ligar o sitio da lesão. O fluxo sanguíneo do LCC é afectado, adicionalmente, por alterações no líquido sinovial, dada a permeabilidade da barreira endotelial da microvasculatura do LCC (Rooster et al., 2006).

#### **2.2.2.6 Lesão meniscal**

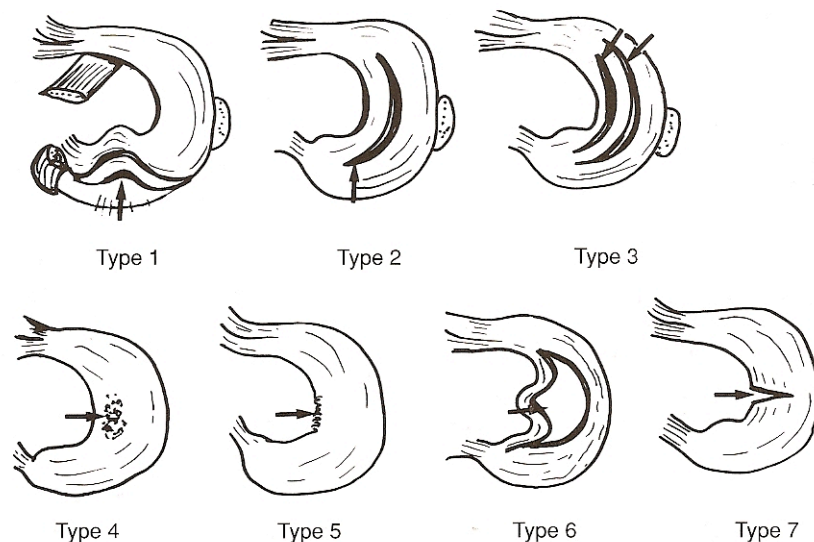
Foram demonstrados que os sinais mais comuns, indicativos de doença articular degenerativa (DAD), consistem na formação de osteófitos periarticulares, espessamento da cápsula articular e degeneração meniscal (Arnoczky, 1988). Com efeito a patologia meniscal medial é uma sequela comum da DLCC, evidenciando uma prevalência de 20% a 77% (Pozzi, Hildreth & Rajala-Schultz, 2008). A lesão secundária meniscal, à RLCC, ocorre dentro de semanas a meses como consequência da sub-luxação crânio-caudal da articulação. As lesões podem, ainda, manifestar-se tardiamente, após a correcção cirúrgica da instabilidade articular (Johnson, Francis, Manley, Chu & Caterson, 2004).

Os meniscos lateral e medial são estruturas fibrocartilágneas de forma semilunar, presentes na articulação femoro-tibial, sendo que, em situações normais, cobrem a quase totalidade do plateau tibial. São constituídos principalmente por colagénio tipo I, proteoglicanos e

fibrocondrócitos. Os feixes de fibras de colagénio estão organizados numa rede circunferencial, que permitem a distribuição uniforme de carga, exercida pelos côndilos femorais, pela totalidade do plateau (Johnson et al., 2004). As cartilagens meniscais desempenham vários papéis no normal funcionamento da articulação do joelho, entre as quais se contam a absorção de choques, transmissão de carga, estabilização e lubrificação da articulação e propriocepção. Apenas a porção periférica espessa do menisco detém um suporte vascular significativo, sendo que a porção interior, fina e avascular regenera dificilmente face a lesões (Ralphs & Whitney, 2002). Os meniscos estão ligados ao plateau tibial pelos ligamentos meniscais craniais e caudais. Os cornos craniais dos meniscos estão unidos pelo ligamento intermeniscal. O menisco lateral possui adicionalmente o ligamento meniscafemoral, que lhe confere maior liberdade de movimento durante a locomoção. Contrariamente, o menisco medial está fixo firmemente ao plateau tibial e ao ligamento colateral medial, sendo por essa razão menos móvel e mais propenso à lesão, numa situação de instabilidade articular, na DLCC (Jerram & Walker, 2003).

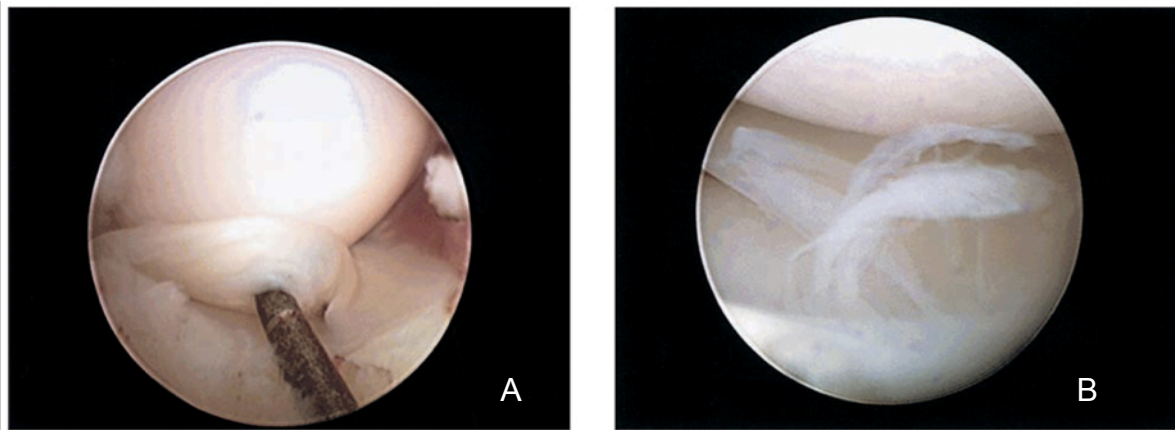
As lesões atingem mais frequentemente o corno caudal do menisco e podem apresentar-se na forma de rasgões e deslocamentos (figura 13 e 14). Rupturas verticais longitudinais, do menisco medial, são as mais frequentes com aproximadamente 57% das ocorrências. Uma ruptura vertical longitudinal tem a designação de *bucket handle* quando, concomitantemente, o bordo axial do menisco está deslocado (Pozzi et al., 2008).

Figura 13 – Tipos de lesão meniscal (Denny & Butterworth, 2000)



**Tipo 1** – Destacamento caudal com dobra do corno caudal; **Tipo 2** – dilaceração longitudinal; **Tipo 3** – dilacerações longitudinais múltiplas; **Tipo 4** – maceração da superfície; **Tipo 5** – dilaceração em franja do bordo axial; **Tipo 6** – *bucket handle tear* (similar, aos tipos 2 ou 3, com a diferença de que a porção interior concava, ou a porção entre as duas dilacerações torna-se laxa e desconectada da superfície tibial dando a aparência de uma alça de balde); **Tipo 7** – dilaceração transversal

Figura 14 – Vista artroscópica de patologia dos meniscos (Ralphs & Whitney, 2002)



**A** - Vista artroscópica da articulação do joelho, apresentando uma ruptura bucket handle do menisco medial. A estrutura grande, por cima, corresponde ao côndilo femoral medial. **B** – Vista artroscópica da articulação do joelho com típicas dilacerações em franja do menisco lateral. A estrutura grande, por cima, corresponde ao côndilo femoral lateral.

Inúmeros estudos têm implicado articulações com RLCC e consequente dano meniscal como factores importantes no risco de desenvolvimento de osteoartrite. A lesão do menisco medial é uma característica proeminente da patologia articular que se desenvolve após a RLCC, sendo que a maioria das articulações deficientes, não tratadas cirurgicamente, apresentam dilacerações no menisco após 6 meses. Embora lesões macroscópicas do menisco medial não precedam lesões macroscópicas da cartilagem articular, alterações histológicas e bioquímicas precoces nos meniscos foram identificadas pouco depois da ocorrência de RLCC (Smith, Mickler, Albrecht, Myers & Brandt, 2002)

### 2.2.3 Sintomatologia e diagnóstico

Na maioria dos casos a RLCC não é resultado de um episódio de trauma agudo, representando o estágio final de uma artropatia inflamatória progressiva, idiopática, provavelmente imuno-mediada (Barret et al., 2005).

A RLCC, quando associada a um evento traumático, está normalmente inserida num quadro lesional multiligamentar do joelho, levando a luxação da articulação. São frequentemente atingidos ambos os ligamentos cruzados cranial e caudal bem como o ligamento colateral medial. Quando a lesão traumática é isolada, episódio mais comum em cachorros, está tipicamente associada à avulsão do LCC no seu ponto de inserção ósseo na tibia. Tais lesões são predominantemente unilaterais. Em contraste, e como já antes referido, rupturas patológicas do LCC costumam prevalecer em animais de idade mais avançada, reflectindo-se ocasionalmente em DLCC bilateral (Arnoczky, 1988; Hayashi et al., 2004). No entanto

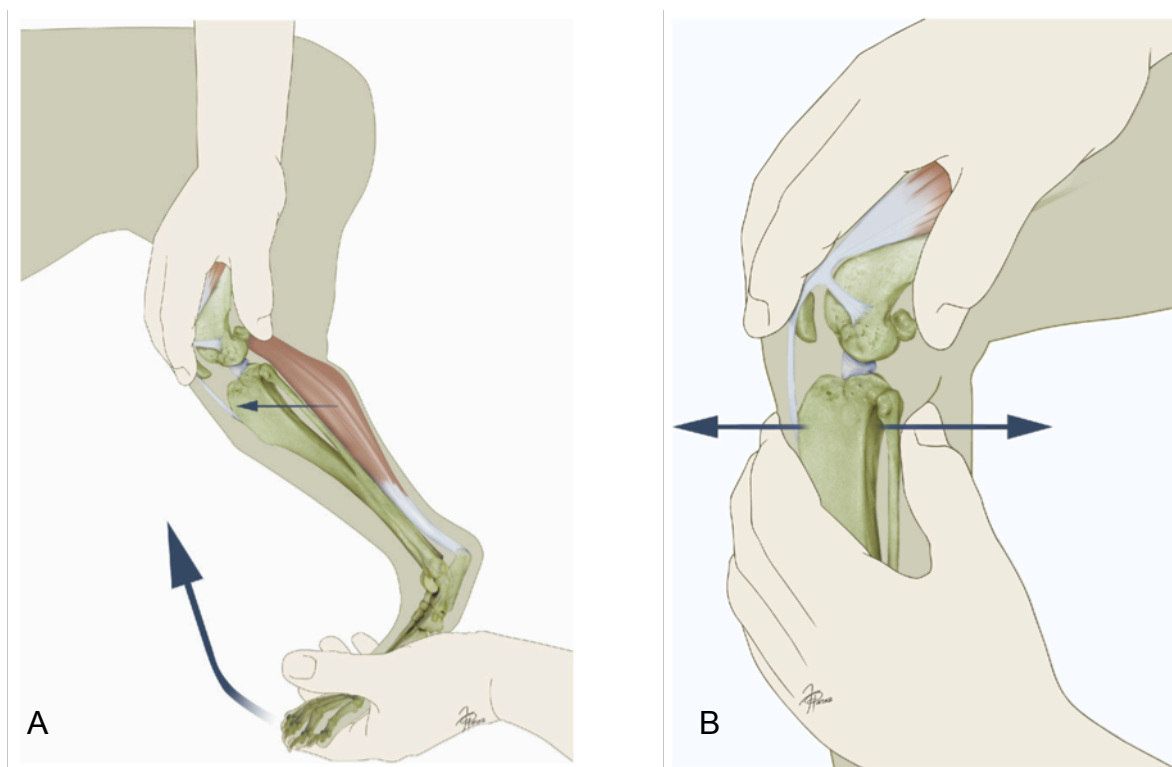
cada vez mais esta imagem clássica é complementada por uma de cães novos, activos e de raças de grande porte (Rooster et al., 2006).

A DLCC, e a osteoartrite secundária decorrente da progressão da doença, é a causa mais comum de claudicação crónica do membro pélvico na espécie canina (Carobbi & Ness, 2009). Sendo que o grau de severidade da degeneração articular é directamente proporcional ao peso corporal, com animais de peso superior a 15 kg a exibirem alterações mais exuberantes (Piermattei, Flo & DeCamp, 2006). Um cão com RLCC parcial ou total pode apresentar-se com um quadro de claudicação crónica mais evidente no início, que melhora com o repouso mas que nunca se resolve completamente, ou um quadro de claudicação aguda em que o membro não é capaz de sustentar peso (Harasen, 2002). A maioria dos animais após sofrer o episódio de ruptura, embora sinta dor no início, começará a usar o membro dentro de 2 a 3 semanas melhorando aparentemente do quadro inicial por alguns meses. É por volta desta altura que se dá um gradual ou abrupto decréscimo na função, associado normalmente à lesão secundária do menisco medial e às mudanças degenerativas da osteoartrose instalada (Piermattei et al., 2006).

### **2.2.3.1 Exame clínico**

Na prática médica corrente, o diagnóstico é maioritariamente feito pela história pregressa, exame físico e por interpretação radiográfica. O exame físico deve incluir a palpação e a manipulação da articulação. À palpação, feita com o animal em estação e sempre comparando as duas articulações, pode-se detectar: tumefacção imediatamente caudal ao tendão patelar que desta forma se apresenta menos definido (excelente teste de diagnóstico inespecífico para RLCC, com valores de especificidade e sensibilidade, relativamente a tumefacção da articulação, de 100%), atrofia do músculo quadríceps femoral, percepção dolorosa e crepitação. Em situações crónicas de DLCC pode ainda existir espessamento da cápsula articular medial devido a fibrose. À manipulação, dois testes são amplamente conhecidos e usados para aferir o grau de instabilidade articular: o teste de gaveta cranial (TGC) (figura 15B) e o teste de compressão tibial (TCT) (figura 15A). Ambos detectam instabilidade da articulação e têm o potencial para produzir resultados falsos negativos, principalmente em situações crónicas devido à fibrose periarticular, rupturas parciais ou em animais tensos na altura do exame. Foi demonstrado que o baixo valor de sensibilidade dos testes de TGC e TCT podem melhorar consideravelmente quando executados num paciente anestesiado (Carobbi & Ness, 2009).

Figura 15 – Teste de compressão tibial (A) e teste de gaveta cranial (B) (Canapp, 2007)



Alguns cães apresentam-se mais relaxados em estação do que em decúbito lateral. Por esta razão o TCT deve ser feito em estação. O TCT é um método fiável para detecção de instabilidade pronunciada da articulação, especialmente em raças grandes nas quais o TGC é difícil devido à massa muscular ou tamanho do animal (Canapp, 2007).

Para proceder ao TCT, posicionar o dedo indicador sobre a tuberosidade tibial e o dedo polegar atrás da fabela. Com a outra mão, manter o joelho num ângulo compatível com a estação (~140°), enquanto a articulação tíbio-társica é flexionada. Esta manobra cria tensão no músculo gastrocnémio que impulsiona a tibia cranialmente (Canapp, 2007).

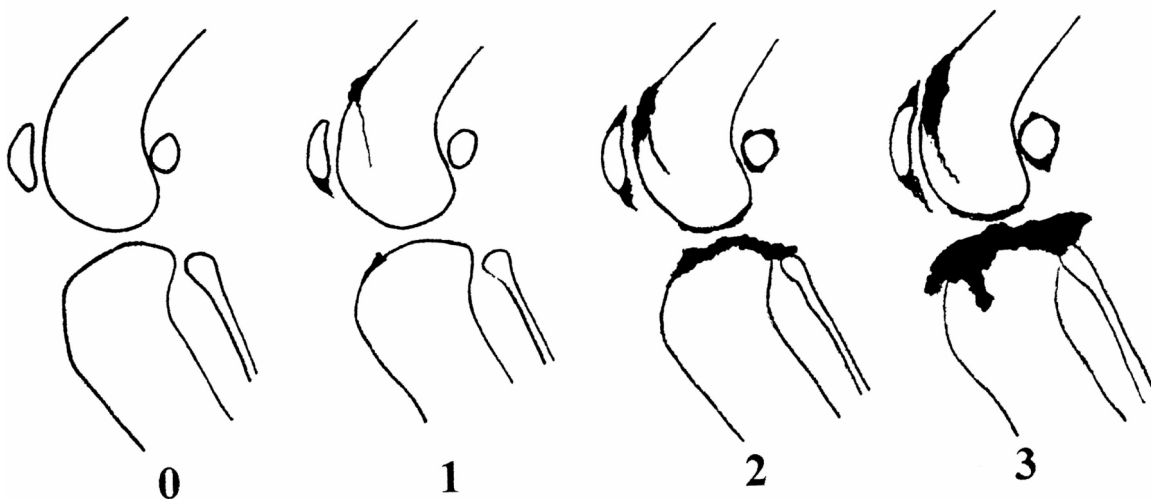
Para averiguar a existência de translação cranial da tibia, também o TGC é um método indicado. Para executar este teste, posicionar o dedo indicador na patela e o dedo polegar atrás da fabela lateral, de modo a segurar o fémur distal. Com a outra mão, posicionar o dedo indicador na tuberosidade tibial e o dedo polegar atrás da cabeça da fíbula, de modo a segurar a tibia proximal. Enquanto se mantém o fémur imóvel com uma mão, aplicar força directa, no sentido cranial, à tibia com a outra mão. Realizar o teste com o joelho em extensão, flexão e em ângulo de estação. Em cães imaturos, a laxidez articular típica dos cachorros pode permitir uns milímetros de translação cranial e caudal da tibia (Canapp, 2007). Também as RLCC parciais podem produzir instabilidade cranial de gaveta quando o joelho se apresenta em flexão. Tal achado sugere implicar em primeiro lugar a banda craniomedial do LCC nas rupturas parciais, dado que a banda caudolateral, em condições

normais, se encontra relaxada em flexão, não contrariando por isso o movimento de translação cranial da tíbia (Strom, 1990; Canapp, 2007).

### 2.2.3.2 Avaliação radiográfica

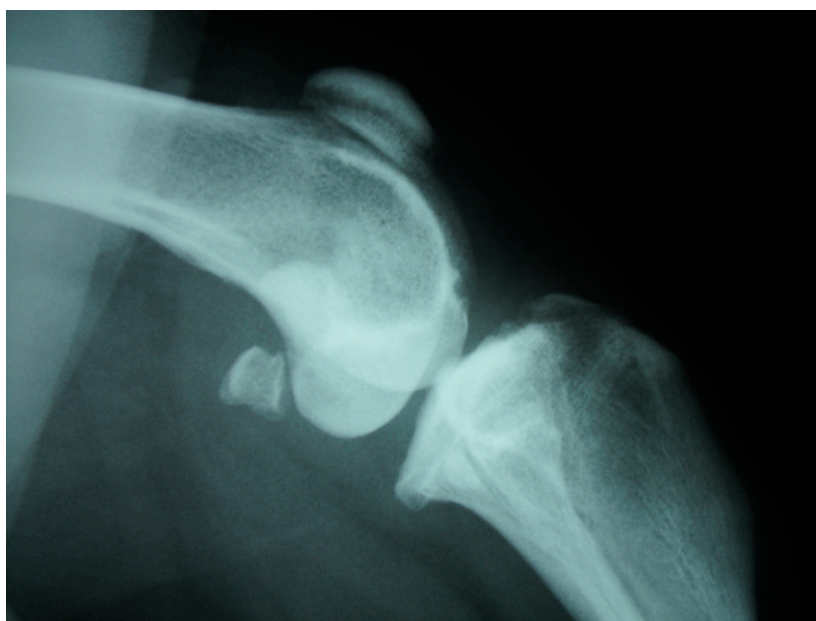
A avaliação radiográfica pode ajudar a confirmar o diagnóstico, por detecção de sinais inespecíficos de osteoartrite (figura 16 e 17) (100% de sensibilidade e especificidade), sendo particularmente útil, em animais suspeitos que não apresentem sinal evidente de translação cranial da tíbia nos testes de estabilidade. Devem ser procurados osteófitos geralmente localizados na patela distal, região supratroclear, margens da tíbia, fémur e fabela. O sinal da almofada adiposa, situação em que o triângulo normal, radioluciente, constituído pela almofada adiposa infrapatelar, é obliterado caudo-cranialmente por efusão e fibrose articular acumuladas, é também de particular importância. Em casos raros, principalmente em animais jovens, podem-se detectar avulsões do ligamento a partir das suas inserções ósseas. (Piermattei et al., 2006; Carobbi & Ness, 2009). Pode ainda executar-se o TCT radiograficamente (figura 18), recorrendo a uma projecção médio-lateral da articulação em 90° de flexão (Marino & Loughin, 2010), sendo que, para RLCC, a sensibilidade e especificidade revelaram ser na ordem dos 97% e 100% respectivamente (Rooster, 2001).

Figura 16 – Graus de osteoartrite à interpretação radiográfica (Rooster, 2001)



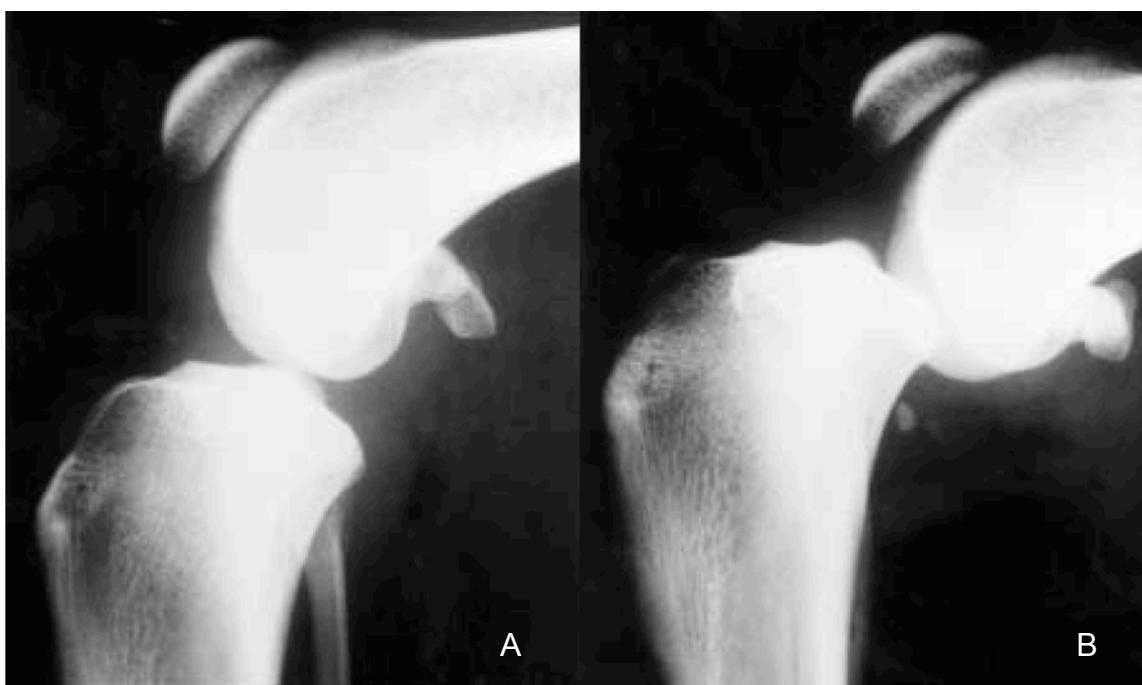
**0** – sem sinais de OA **1** – sinais leves de OA, com remodelação do pólo distal da patela e esclerose do sulco troclear **2** – sinais moderados de OA, com remodelação do pólo distal e proximal da patela, formação de osteófitos em redor da fabela, esclerose do sulco troclear e do plateau tibial **3** – sinais graves de OA com todos os sinais acima mencionados mais formação de osteófitos caudalmente ao plateau tibial e esclerose do sulco do músculo extensor digital longo

Figura 17 – Sinais de OA num paciente com RLCC



Esclerose do plateau tibial e sulco troclear, indícios de efusão sinovial e começando-se a notar remodelação óssea da patela e fabela

Figura 18 – Imagens radiográficas de uma articulação do joelho com RLCC (Rooster, 2001)



A – visão radiográfica em posição neutral B – visão radiográfica simultânea à realização do TCT

### 2.2.3.3 Artrocentese

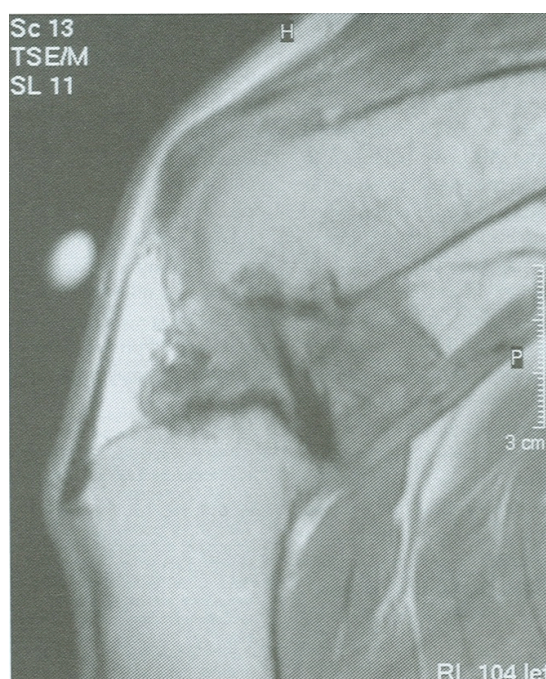
Até à bem pouco tempo, não se tinha conhecimento da precisão com que os resultados da citologia, do fluído sinovial, se correlacionavam com os resultados histológicos dos tecidos sinoviais em cães com RLCC. Um estudo recente, veio então provar que apenas alterações menores são encontradas entre análises citológicas de cães com e sem sinovite linfoplasmocítica, na DLCC (Erne et al., 2009).

O exame citológico do fluido sinovial é frequentemente usado como um meio complementar de diagnóstico na doença articular. No caso da articulação do joelho deve proceder-se à preparação asséptica do membro e recolha de 0,5 ml de líquido sinovial, com recurso a uma agulha de 22 Gauge e 1,5 polegadas acoplada a uma sering de 3 ml. Esfregaços devem ser efectuados logo após a recolha e sujeitos a coloração rápida ou modificada de Romanowsky, sendo posteriormente examinados. Parte da amostra de fluído sinovial é submetida ainda a análise da viscosidade, celularidade, presença ou não de hemorragia e concentração total de proteínas (Erne et al., 2009).

### 2.2.3.4 Ressonância Magnética e Tomografia Computorizada

A ressonância magnética (RM) é um método seguro, fiável e não invasivo para o diagnóstico de RLCC (figura 19) e quantificação da osteoartrite associada (Blond, Thrall, Roe, Chailleux, & Robertson, 2008; Marino & Loughin, 2010).

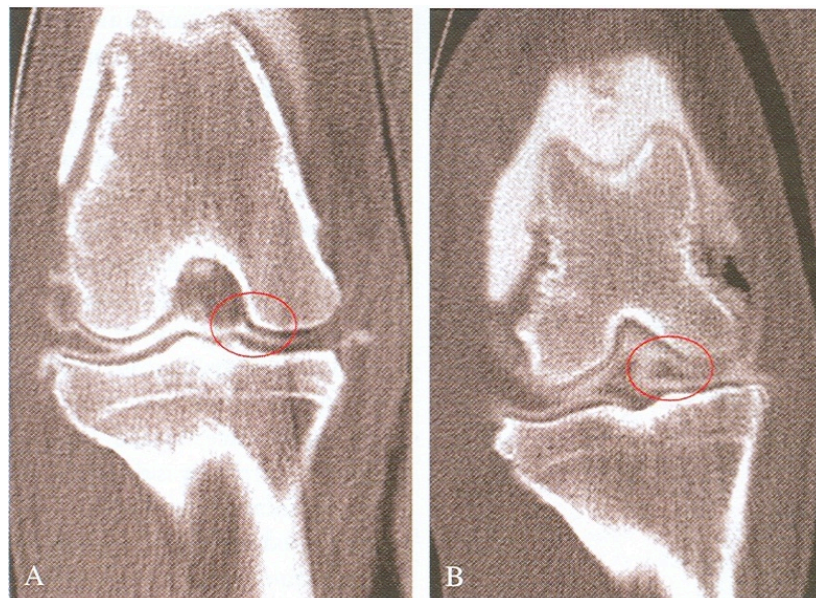
Figura 19 – Ressonância magnética de uma RLCC completa (Barrett, Barr, Owen, & Bradley, 2009)



O menisco medial é frequentemente afectado devido ao facto de ser comprimido, sistematicamente, quando há translação cranial da tibia numa articulação com ruptura do LCC. A avaliação completa dos meniscos é difícil mesmo com recurso a artrotomia ou artroscopia, devido a restrições anatómicas. A avaliação da arquitectura interna articular do joelho por RM confere, desta forma, vantagens sobre os métodos anteriores (Marino & Loughin, 2010). À RM, foi atribuída uma sensibilidade global de 100% e uma especificidade de 94%, no diagnóstico de dilaceração meniscal. Mais importante, é a sua aplicabilidade pré-operatória na avaliação do dano meniscal que ocorreu com o progresso da DLCC. Pode ser útil para planear a abordagem cirúrgica e reduzir a necessidade de executar artrotomia (Blond et al., 2008).

Um estudo semelhante, foi feito para averiguar utilidade da tomografia computadorizada (TC), com recurso a artrografia (injecção de contraste), na articulação do joelho. A precisão, para detectar lesões no menisco medial (figura 20), foi considerada boa, apresentando valores de sensibilidade e de especificidade de 71% e 100% respectivamente. Tanto a RM como a TC, têm a vantagem de aceder visualmente a toda a articulação nomeadamente à parte caudal, muitas vezes difícil de contemplar por artrotomia ou artroscopia (Tivers, Mahoney, Baines, & Corr, 2009).

Figura 20 – Tomografia computadorizada da articulação do joelho submetida a cirurgia de RLCC (Tivers et al., 2009)



TC (plano dorsal) com artrografia da articulação do joelho. **A** – menisco medial com bordos de aparência normal antes da cirurgia para correção da RLCC; **B** – o menisco medial apresenta uma protuberância axial 6 semanas após a cirurgia de RLCC, que veio a revelar-se ser o pólo caudal do menisco dobrado cranialmente.

### **2.2.3.5 Exame ultrassonográfico**

A avaliação por ultrassonografia tem sido praticada em humanos para aceder à morfologia da articulação do joelho. Na espécie canina, em raças de pequeno e médio porte, esta técnica é por vezes difícil devido à hiperecogenicidade do ligamento patelar, ao espaço estreito articular e à estrutura, correspondente à almofada adiposa infrapatelar, justaposta ao LCC. A injeção dinâmica intra-articular de solução salina, além de dilatar a articulação, cria uma janela anecogénica à volta dos ligamentos facilitando a sua identificação. (Seong et al., 2005). O diagnóstico de RLCC pode ser realizado por demonstração das suas extremidades soltas ao nível da ruptura (Marino & Loughin, 2010).

### **2.2.3.6 Artroscopia**

Em medicina humana e equina, a artroscopia é extensivamente usada para procedimentos tanto cirúrgicos como diagnósticos (Abercromby, 1997). A artroscopia da articulação do joelho é a intervenção ortopédica mais comum realizada em medicina humana. Embora a sua homóloga canina se apresenta como um desafio maior à técnica artroscópica, está, hoje em dia, implementada a utilização da artroscopia do joelho e outras articulações em medicina veterinária. A artroscopia, tem a capacidade de promover a inspeção e magnificação da articulação, bem como das estruturas intracapsulares e lesões patológicas. É possível revelar precocemente lesões muito discretas, onde outros meios, como a radiografia, falham em revelar patologia. Relativamente à RLCC, a artroscopia detém provavelmente a maior sensibilidade e especificidade, sendo um meio minimamente invasivo a adicionar ao vasto arsenal diagnóstico (Lhermette & Sobel, 2008). A artroscopia pode ser ainda usada como um método de validação de excelência (*gold standart*) para procedimentos não invasivos, como a ressonância magnética, podendo-se obter diagnósticos com recurso a poucas imagens e sem ter que se sondar a cartilagem articular (Oakley, et al., 2005). Num estudo, que comparou a sensibilidade e a especificidade da artroscopia e artrotomia, para o diagnóstico de patologia do menisco medial no cão, foi provado que um diagnóstico mais preciso é obtido com recurso à artroscopia (Pozzi et al., 2008).

## 2.2.4 Terapêutica

Rupture of the cranial cruciate ligaments is seen for the most part in active jumpers, and especially in those individuals (dogs) having the defect in conformation where the stifle and tarsus are carried in overextension. The absence of the normal flexion angle of these joints in the standing position appears to be a predisposing cause. Fixation (immobilization) for from three to six weeks will in most cases result in a recovery that at least approximates perfection as far as function is concerned. – Erwin Schroeder 1939 (McCarthy, 2009, p.209).

Este excerto, provavelmente aceite no seu tempo, está, passados 70 anos, ultrapassado, principalmente no que diz respeito à terapêutica. Desde 1952, quando os princípios cirúrgicos para o manejo da RLCC no cão foram extensamente caracterizados (Conzemius, et al., 2005), está reunido na literatura, o consenso, que a abordagem cirúrgica é a única maneira eficaz de abrandar, de forma significativa, a OA progressiva que se instala (Innes, 2010).

O tratamento da RLCC, compreende duas vertentes: o tratamento conservador e a abordagem cirúrgica. O tratamento conservador, como única medida terapêutica, é melhor tolerado em cães com menos de 10-15kg, apresentando resultados francamente desencorajadores em animais de peso superior. O tratamento conservador, compreende o uso de medicamentos anti-inflamatórios e analgésicos, restrição da actividade física e medidas de controle de peso corporal, atenuando o quadro de sintomas apenas temporariamente. É recomendado, portanto, a estabilização cirúrgica em todos os casos, principalmente em pacientes com mais de 10-15kg (Arnoczky, 1988; Fossum, 2008; Kim, Pozzi, Kowaleski & Lewis, 2008).

Está descrito, que aproximadamente 85% dos cães melhora dos sinais clínicos após intervenção cirúrgica, no entanto, em muitos dos casos, são esperados ocasionalmente episódios intermitentes de claudicação e dor associada (Jerram & Walker, 2003)

O elevado número de técnicas cirúrgicas descritas até à data, para a resolução da RLCC, sugere que nenhuma é universalmente aceite (Kim et al., 2008). Em 2005, um estudo, em larga escala baseado em pesquisa bibliográfica *on-line* a partir de vários recursos científicos, determinou que não havia um único procedimento cirúrgico capaz de, consistentemente, recuperar completamente a função de um membro ou prevenir a OA após RLCC (Aragon & Budsberg, 2005; Innes, 2010).

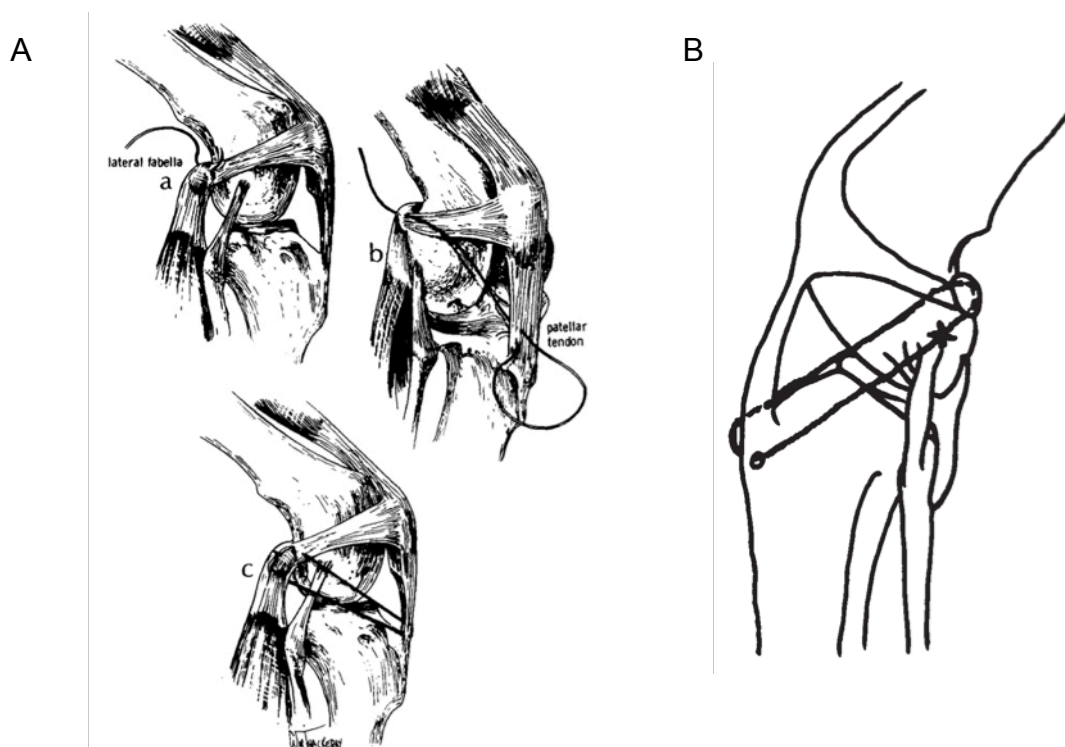
Independentemente da técnica cirúrgica utilizada, a articulação deve ser sempre exposta, explorada e limpa por meio de artrotomia ou artroscopia. A membrana sinovial é avaliada, osteófitos periarticulares são removidos, os meniscos são cuidadosamente inspeccionados e remanescentes de ligamento são desbridados para prevenir que produtos inflamatórios

degenerativos irrirem a articulação. É ainda necessário proceder a uma meniscectomia se o menisco medial estiver danificado. A cápsula articular é então suturada, a não ser que o método de estabilização o torne contra-indicado, e a técnica cirúrgica é executada. Existem 3 grupos principais de técnicas cirúrgicas disponíveis para proceder à estabilização articular do joelho. São estes, os métodos extracapsulares, osteotomias proximais da tibia e métodos intracapsulares (Piermattei et al., 2006).

### 2.2.4.1 Técnicas extracapsulares

O primeiro grupo, correspondente aos métodos extracapsulares, faz uso de suturas grossas no exterior da articulação, exemplo da estabilização retinacular lateral (Figura 21), embora algumas técnicas dependam da transposição de tecidos moles ou ósseos, como é o caso da técnica de avanço da cabeça da fíbula (ponto de inserção ventral do ligamento colateral lateral) (Piermattei et al., 2006).

Figura 21 – Técnicas Extracapsulares de estabilização retinacular lateral (Arnoczky, 1988; Jerram & Walker, 2003)



**A** – Imbricação retinacular lateral **a** – posicionamento de sutura de imbricação no tecido conjuntivo que envolve a fabela lateral **b** – a sutura é direccionada craniodistalmente passando no terço distal lateral do tendão patelar e voltando à fabela lateral **c** – a sutura é passada pelo tecido conjuntivo caudoventralmente à fabela lateral e é aplicado um nó. **B** – Técnica de imbricação retinacular modificada em que a sutura de imbricação, ao invés de passar no tendão patelar, passa por um ou dois túneis na tuberosidade anterior da tibia.

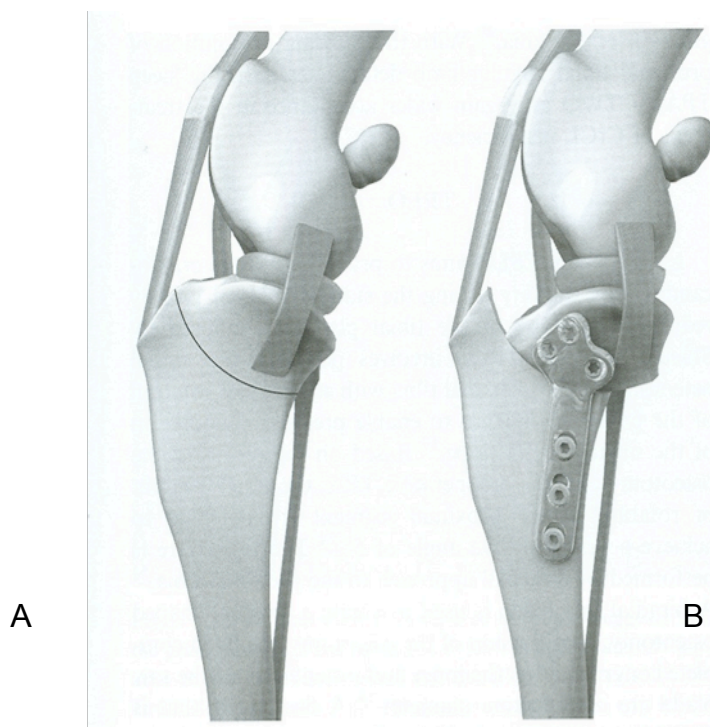
As técnicas extracapsulares são geralmente mais rápidas e simples de executar, envolvem menos equipamento especializado, tornando-se mais acessíveis dos pontos de vista económico e técnico (Jerram & Walker, 2003). Estas técnicas baseiam-se no princípio de fibrose periarticular, que se dá no período pós-operatório, para estabilização permanente da articulação. A imbricação da fáscia lateral, em tempo cirúrgico, contribui ainda mais para este processo fibrótico, ajudando na estabilização (Casale & McCarthy, 2009). O tratamento cirúrgico de um paciente com RLCC, recorrendo ao uso de suturas laterais, é, ainda nos dias de hoje, o método mais utilizado independentemente do tamanho do paciente (Conzemius et al., 2005).

#### **2.2.4.2 Osteotomias proximais da tibia**

O segundo grupo, referente à classe das osteotomias proximais da tibia, tem o objectivo de reduzir a translação cranial da tibia durante a fase de sustentação de peso. Estes métodos mais recentes, pretendem alcançar a estabilização da articulação por princípios dinâmicos, alterando a geometria da articulação. Uma vez alcançada a estabilização, por via dinâmica, a contenção passiva no maneo da laxidez articular não é necessária. O reconhecimento deste princípio levou ao desenvolvimento de vários procedimentos envolvendo osteotomias proximais da tibia (Kim et al., 2008).

Estes métodos assentam em duas teorias alternativas. A primeira teoria, proposta por Slocum e Devine em 1983, diz que a força de reacção da articulação do joelho, durante a fase de sustentação de peso, é aproximadamente paralela ao eixo longo funcional da tibia. Foi proposto que o movimento de translação cranial da tibia é eliminado reduzindo o APT, ou seja, quanto mais próximo este estiver da posição perpendicular relativamente ao eixo longo da tibia. É exemplo prático desta teoria a técnica de osteotomia de nivelamento do plateau tibial (*tibial plateau leveling osteotomy* - TPLO) (Figura 22), técnica patenteada no passado e muito popular nos Estados Unidos (Renwick, Mckee, Emmerson & House, 2009). É uma abordagem dispendiosa uma vez que necessita de uma serra bi-radial e uma placa de osteossíntese especializadas, para executar a osteotomia curva proximal da tibia, sendo que o objectivo é alcançar um APT pós-operatório de 5 graus. Após a rotação do plateau tibial, a força de cisalhamento tibiofemoral muda de cranial para caudal no momento em que o membro apoia peso. Tem, por essa razão, sido postulado que a estabilidade articular passa a ser dependente do ligamento cruzado caudal, no sentido em que este neutraliza a translação da tibia caudalmente após a TPLO (Kim et al., 2008).

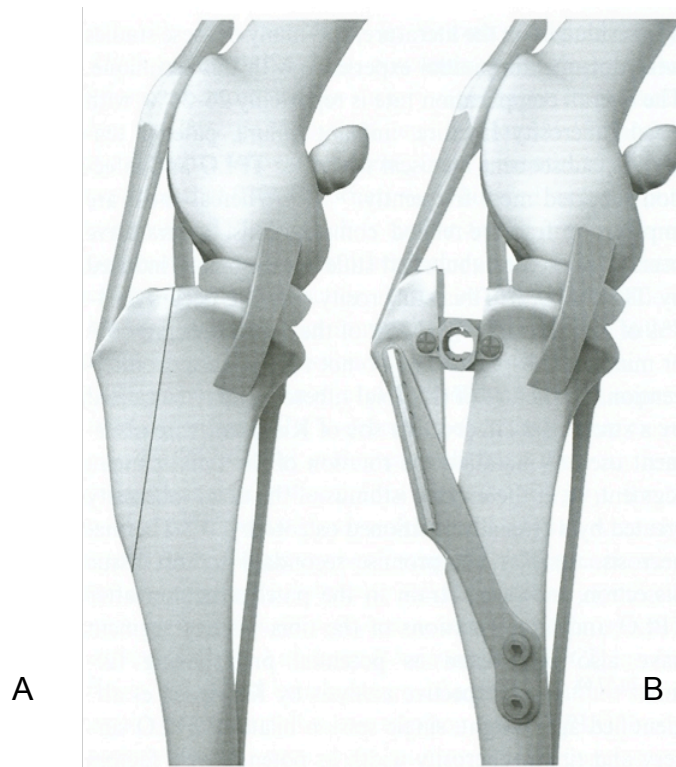
Figura 22 – Posição da osteotomia (A) e aspecto pós-operatório da TPLO (B) (Kim et al., 2008)



A segunda teoria, proposta por Tepic e outros em 2002, sugere que a força articular criada na fase de sustentação de peso é paralela ao tendão patelar (Renwick et al., 2009). Foi proposto que, se o tendão patelar estiver orientado perpendicularmente ao plateau tibial, não haverá componente de cisalhamento da força total articular. Durante a fase de sustentação de peso, onde o ângulo da articulação do joelho é de 135° de extensão, o ângulo entre o tendão patelar e o plateau tibial é de aproximadamente 105°. De acordo com esta teoria, reduzindo este ângulo para 90° deverá estabilizar o joelho afectado por RLCC (Kim et al., 2008). As mais recentes técnicas descritas, como o avanço da tuberosidade tibial (*tibial tuberosity advancement* - TTA) ou a osteotomia tripla da tibia (*triple tibial osteotomy* - TTO), põem em prática este princípio (Jerram & Walker, 2003; Kim et al., 2008; Renwick et al., 2009).

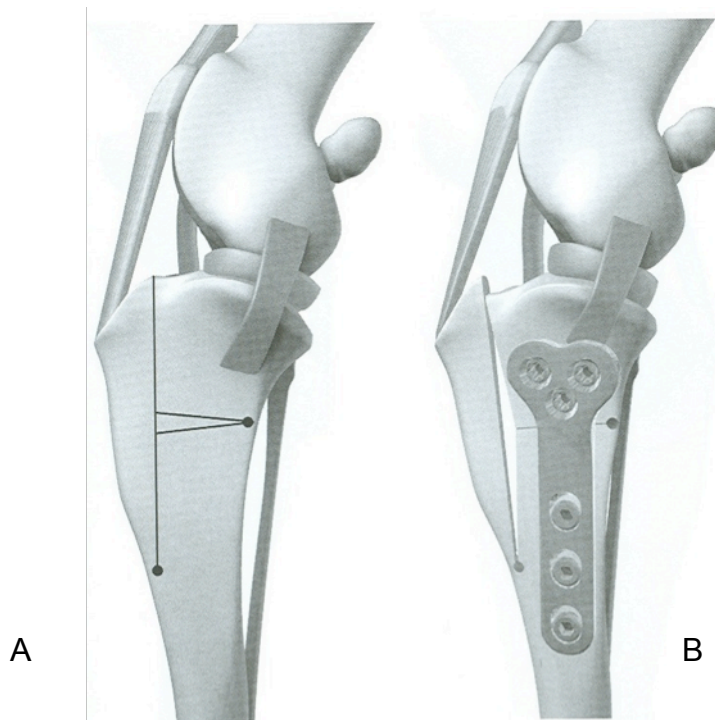
A TTA (figura 23) envolve a execução de uma osteotomia longitudinal subjacente à tuberosidade tibial. Um dispositivo denominado *spacer-cage*, de tamanho apropriado, é implantado na zona proximal da osteotomia, de modo a manter em posição cranial a tuberosidade da tibia. O tamanho do dispositivo, disponível em 3, 6, 9 e 12 mm, é determinado em pré-operatório por cálculos feitos a partir de radiografias com o joelho em 135° em extensão. É ainda aplicada uma placa de tensão no aspecto medial da tibia e preenchido o espaço, deixado pelo defeito da osteotomia, por enxerto ósseo autólogo ou alogénico, para que o processo de consolidação óssea seja acelerado (Kim et al., 2008).

Figura 23 – Posição da osteotomia (A) e aspecto pós-operatório da TTA (B) (Kim et al., 2008)



A TTO (figura 24), à semelhança da TTA, aponta para a orientação perpendicular do tendão patelar em relação ao plateau tibial mediante uma nova conformação proximal da tibia. Em primeiro lugar é feita uma osteotomia plana, frontal e parcial da tuberosidade da tibia, deixando o córtex distal intacto. Uma osteotomia parcial em cunha é então feita caudalmente à osteotomia da tuberosidade da tibia. A redução levada a cabo pela osteotomia em cunha diminui o APT e faz com que a tuberosidade tibial avance cranialmente, reduzindo o ângulo entre o ligamento patelar e o plateau tibial. A aplicação de uma placa em T de 3,5 mm é recomendada para estabilizar a osteotomia em cunha (Kim et al., 2008).

Figura 24 – Posição da osteotomia (A) e aspecto pós-operatório da TTO (B) (Kim et al., 2008)



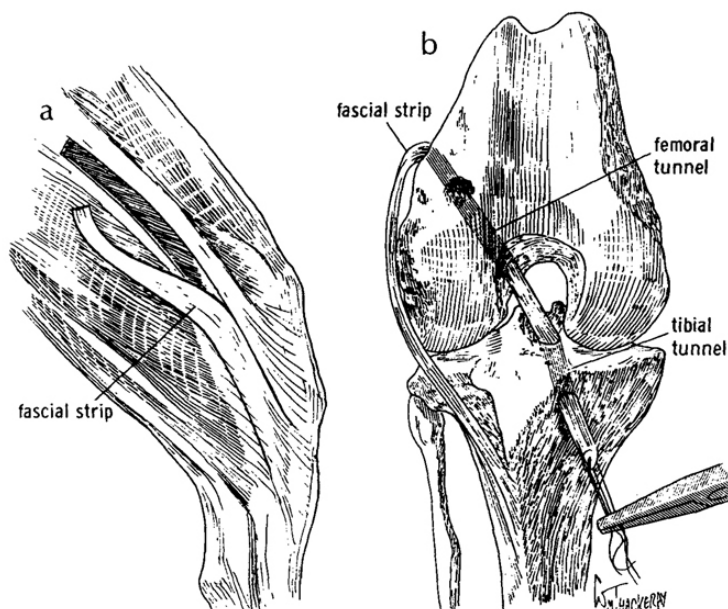
### 1.2.4.3 Técnicas intracapsulares

O terceiro grupo, ou técnicas de reparação intracapsulares, envolve a substituição do LCC afectado por um retalho, auto-enxerto, alo-enxerto, xeno-enxerto ou próteses sintéticas. Das inúmeras técnicas intracapsulares descritas, em medicina veterinária, só as técnicas que utilizam retalhos/auto-enxertos são amplamente difundidas. A maioria faz uso de tecidos autógenos, como o tendão patelar e/ou a fáscia lata, para substituir o LCC no interior da articulação. Uma vantagem, inerente a estas técnicas, deriva da possibilidade, de colocar a estrutura intracapsular numa posição anatómica semelhante à do LCC. A mimetização da função do LCC é desta forma reproduzida com maior precisão (Kudnig, 2000).

Análises biomecânicas comparativas entre o LCC e auto-enxertos, vieram demonstrar que estes últimos só suportam 25% da carga máxima de LCC normal. O auto-enxerto, após execução da técnica, sofre necrose, revascularização e remodelação estrutural durante a fase de cura, alcançando apenas cerca de 25% da força, às 26 semanas no pós-operatório, de um LCC intacto. Esta resistência é no entanto suficiente, na maioria dos casos, para que níveis de actividade normal possam ser alcançados sem risco de ruptura do enxerto (Jerram & Walker, 2003).

A técnica *over-the-top* (OTT) é talvez o exemplo do método intracapsular mais amplamente utilizado. Foi desenvolvida, de forma a simplificar as técnicas mais antigas, caso da técnica de Paatsama (Figura 25), evitando passar os auto-enxertos por túneis no osso (Kudnig, 2000; Jerram & Walker, 2003).

Figura 25 - Técnica intracapsular de Paatsama (Arnoczky, 1988)

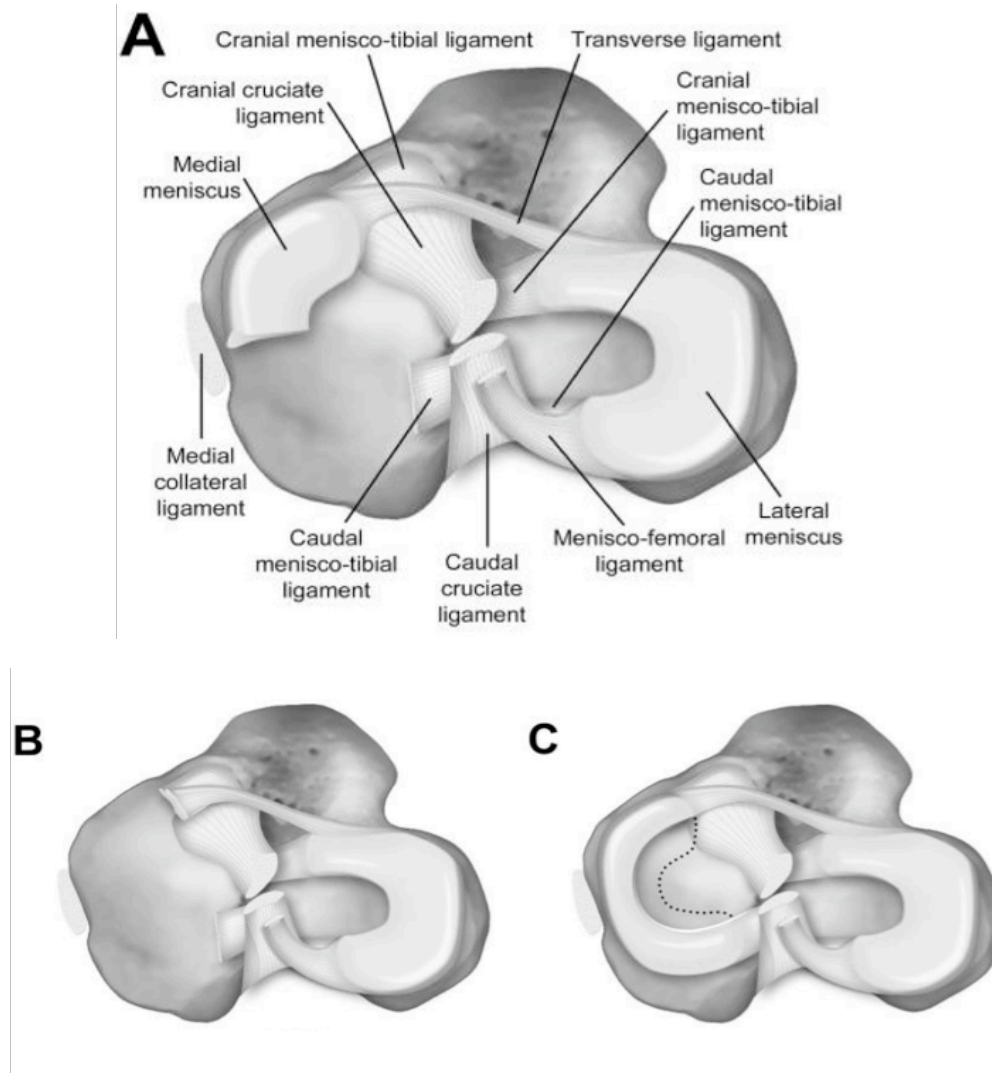


**A** - Uma tira de fásia lata de 1,5 a 2 cm é colhida; **B**) o enxerto é passado através de túneis perfurados no fêmur e tíbia de forma o mais isométrica possível em relação ao antigo LCC

#### 2.2.4.4 Meniscectomia

A maioria do dano ocorrido, no menisco medial, verifica-se no seu pólo caudal, que pode ser arrancado das suas zonas de fixação, à cápsula, ficando dobrado para a frente debaixo do côndilo medial femoral. Nesta posição, sofre maceração resultante da pressão exercida pelo côndilo, tornando o reposicionamento e reparação por sutura impraticável. A escolha de tratamento neste tipo de patologia é variável. Tanto a hemi-meniscectomia do pólo caudal (HMPC) como a meniscectomia medial completa (MMC) têm sido referenciadas na literatura (figura 26). Foi provado, entretanto, que o grau de osteoartrite induzida pela HMPC e MMC é similar, mas que a HMPC foi associada a menor interferência no metabolismo dos condrócitos. De um modo geral, e do ponto de vista clínico, pode dizer-se que as duas abordagens oferecem resultados semelhantes (Johnson et al., 2004).

Figura 26 – Ilustração das cartilagens meniscais após vários tipos de meniscectomia (Johnson et al, 2004)



**A** – hemi-meniscectomia do pólo caudal **B** – meniscectomia medial completa **C** – meniscectomia medial parcial, o ponteadado representa o bordo axial antes da meniscectomia medial parcial.

### 2.2.5 Complicações e prognóstico

Actualmente a tomada de decisão de qual o método cirúrgico, que melhores resultados oferece a longo prazo em termos de retorno à função normal, complicações associadas e prevenção de doença articular degenerativa, carece de bases de informação objectivas, baseando-se quase na totalidade em princípios subjectivos. Destes, enumeram-se a experiência do clínico, intuição e recomendações de colegas. Subjectivamente, a opinião geral na literatura favorece a TPLO relativamente à recuperação a curto prazo (Aragon & Budsberg, 2005). No entanto, um estudo recente concluiu, com base em dados objectivos da marcha em plataforma de movimento, que a TPLO apresenta resultados superiores em relação a métodos intracapsulares, aos 2 e aos 6 meses pós-cirurgia, mas semelhantes à

técnica de estabilização por sutura lateral, mais simples e antiga (Conzemius et al., 2005). Outra investigação, voltou a demonstrar que uma nova técnica extracapsular denominada *TightRope CCL®* (TR) não exibiu resultados diferentes da TPLO. A técnica TR foi ainda associada a tempos de anestesia mais curtos e uma menor taxa de complicações no pós-operatório (Cook, Beetem, Karnes & Cook, 2010).

Estes estudos parecem sugerir que a superioridade das técnicas que alteram a geometria da tibia proximal, quando comparadas com métodos mais simples e de carácter menos invasivo, poderá ser posta em causa, uma vez que a taxa de complicações e o período de recuperação são maiores.

### **2.2.5.1 Complicações no período pós-operatório**

As complicações, desenvolvidas no período de pós-operatório de uma cirurgia ao LCC, são vastas e variam de acordo com a técnica escolhida. São compreendidas principalmente por infecções, falha na estabilização articular, lesão secundária dos meniscos, ineficácia no abrandamento da osteoartrite progressiva e complicações associadas às placas de osteossíntese, suturas de estabilização e próteses, como ruptura da prótese ou reacções de rejeição (Fossum, 2008).

No caso da TPLO, devido à natureza do procedimento, o potencial para a ocorrência de complicações é alto, cerca de 25%. Estão descritas infecções em torno da placa, fractura da tuberosidade da tibia, fracturas patelares, artrite séptica, osteomielite e formação de seroma relacionado com os parafusos e com a extensão da dissecação de tecidos. No entanto, tratadas individualmente, todas estas complicações têm resolução, não afectando o resultado a longo prazo (Nelson, Tomlinson, Dodam & Hornbostel, 2003).

A técnica de sutura lateral fabelo-tibial, método amplamente usado, foi associado a resultados clínicos compatíveis com classificações de bom a excelente em 77% a 82% dos casos. A taxa global de complicações, relativas a este método, foi de 17,4%. Esta taxa é significativamente mais baixa, em comparação com a de outras técnicas (Casale & McCarthy, 2009).

A técnica TTA, por exemplo, evidência uma taxa de 31,5% (Lafaver, Miller, Stubbs, Taylor, & Boudrieau, 2007), enquanto que o método cirúrgico de avanço da cabeça da fíbula apresenta 16,5% a 27% de complicações (Casale & McCarthy, 2009).

No caso da TTO, a taxa de complicações maiores, está dentro dos padrões normais para a classe das osteotomias da tibia, apresentando um valor de 23% (Renwick et al., 2009).

Nas técnicas que fazem uso de enxertos intra-articulares, é relativamente comum o paciente exibir algum grau de sinal de gaveta às 12 semanas, secundário ao alongamento que o enxerto sofre devido ao processo de remodelação e forças de tensão nele aplicadas (Kudnig, 2000). À técnica OTT, que utiliza o terço lateral do ligamento patelar e a fásia lata,

foi atribuída uma taxa de sucesso de 88 a 91%, verificando-se ocasionalmente episódios de claudicação, particularmente após o exercício (Denny & Barr, 1984; Denny & Barr, 1987).

Em Medicina Veterinária a percentagem de infecção, relacionada com cirurgias consideradas limpas, varia entre 3,6% a 5,8%. À TPLO foi-lhe atribuída uma taxa de ocorrência de infecção na ordem dos 8,4%, enquanto que a estabilização por sutura lateral demonstrou um valor consideravelmente mais baixo de 4,2%. A administração de antimicrobianos orais, no período pós-operatório, constitui uma medida profilática eficaz no manejo deste problema (Frey, Hoelzler, Scavelli, Fulcher & Bastian, 2010). O excesso de peso corporal e tempos de anestesia longos, são ainda factores de risco adicionais na ocorrência de infecções a ter em conta em qualquer procedimento cirurgico (Casale & McCarthy, 2009).

### **2.2.5.2 Prognóstico**

O prognóstico a longo prazo, de cães submetidos a cirurgia correctiva de RLCC, não é influenciado pelo sexo, já que se poderia supor que fêmeas à semelhança de terem maior prevalência de DLCC, poderiam também apresentar uma deterioração mais evidente da condição clínica, conseqüente à DAD. A idade foi identificada como factor que se correlaciona, negativamente, com a capacidade compensadora de reparação na DAD (Innes, Bacon, Lynch & Pollard, 2000).

Também os cães que apresentam lesão secundária nos meniscos, diagnosticada em tempo cirúrgico, apresentam uma evolução mais evidente da OA a médio-longo prazo. Falhas no diagnóstico de rupturas meniscais latentes, durante a cirurgia, são um factor negativo de prognóstico, que podem resultar em sinais de claudicação persistente, necessitando de nova intervenção cirúrgica (Pozzi et al., 2008).

De um modo geral, todos os pacientes, apresentam um declínio da função entre os 13 e os 50 meses pós cirurgia. Não está, no entanto, clarificado se este declínio é devido à progressão inevitável da OA, no membro afectado, ou se tem sede no facto de muitos cães desenvolverem, com o tempo, DLCC no membro contra-lateral (Innes et al., 2000).

### **2.2.6 Período de reabilitação**

Foi provado que períodos de tempo de excessiva imobilidade, após cirurgia articular, podem provocar alterações adversas a nível metabólico e bioquímico na cartilagem, bem como alterações degenerativas no tecido conjuntivo, ligamentos e músculos, enquanto predisõem à dor articular, perda de mobilidade articular e à hipertrofia dos tecidos fibrosos periarticulares (Marsolais, Dvorak & Conzemius, 2002; Jerram & Walker, 2003).

Em cães, a perda de mobilidade e a instabilidade articular perturbam a cinemática normal do joelho, predispondo a OA. Alternativamente, o movimento precoce da articulação juntamente com a prescrição de um programa adequado de reabilitação, têm sido implicados no favorecimento do prognóstico. A reabilitação antecipada tem inúmeras vantagens, tais como a redução de espasmo muscular, promoção da reparação e cicatrização dos tecidos, aumento da amplitude de movimento, redução de edema, aumento da força muscular e resistência. Adicionalmente, fornece o stress necessário para a reorganização de enxertos utilizados em técnicas cirúrgicas intracapsulares. É preciso, no entanto, ter em conta que a reabilitação no pós-operatório mal efectuada pode ter efeitos deletérios na recuperação do paciente. A obesidade e exercícios, que de forma repetida, stressam articulações, são factores de risco associados com a ocorrência de OA. Devem, portanto, ser tidos em conta antes da formulação do programa específico para cada paciente. O recurso à natação é uma opção eficaz e segura a juntar ao programa de reabilitação, uma vez que promove melhores amplitudes de movimento e evita a sobrecarga nas articulações devido à baixa gravidade a que o animal está sujeito, especialmente em indivíduos obesos (Marsolais et al., 2002; Marsolais, Mclean, Derrick & Conzemius, 2003).

Hoje em dia é, portanto, dada maior ênfase à fisioterapia, com o objectivo de melhorar e retornar, de forma eficaz e mais rápida possível, a função do membro submetido a cirurgia. Na fase de reabilitação, as primeiras atenções são focadas para o controle da inflamação, recorrendo-se a meios como a crioterapia, terapia por laser, estimulação eléctrica neuromuscular, movimentos de amplitude passivos e compressão. Mais tardiamente e quando os sinais de claudicação estão controlados, exercícios mais intensos com vista ao ganho de massa muscular podem ser iniciados (Canapp, 2007).

Um estudo recente avaliou a eficácia de 4 métodos terapêuticos, usados de forma corrente, no tratamento pós-operatório da tumefacção de tecido mole, edema e equimose verificados após cirurgia ao ligamento cruzado anterior. Foram estes a compressão a frio, penso de Robert Jones modificado, compressão a frio mais penso e terapia eléctrica de microcorrente juntamente com penso. Chegou-se à conclusão que no período agudo pós-operatório após estabilização da articulação com RLCC, ou seja nas 72 horas a seguir à cirurgia, o grupo que apenas foi sujeito à aplicação de penso não limitou a intumescência dos tecidos moles tão eficazmente como os restantes tratamentos. A adição de compressão a frio e terapia eléctrica de microcorrente ajudou na melhoria dos resultados. Mais surpreendente no entanto foram os resultados da compressão a frio, como método único de controlo da fase aguda de inflamação, que revelou níveis de eficácia comparáveis às diversas associações de tratamentos usados (Rexing, Dunning, Siegel, Knap & Werbe, 2010).

## 2.3 Próteses sintéticas

A substituição protética, do ligamento cruzado anterior (LCA) em humanos, tem sido, nos últimos 30 anos, alvo de intensa investigação. A ambição de alcançar mobilidade e força imediata à articulação, afectada por ruptura do ligamento cruzado cranial/anterior, evitando ao mesmo tempo a morbilidade causada pelo uso de auto-enxertos, tem sido motriz de investigação contínua neste campo (Bernardino, 2010).

O desenvolvimento de ligamentos artificiais tem uma longa história, que começou precisamente na área da cirurgia veterinária, no início do século XX, na fase de testes. A maioria destes projectos era abandonada na fase de experimentação animal, devido às fracas propriedades dos materiais. Após este período assistiu-se a uma pausa na investigação e desenvolvimento de próteses ligamentares. A segunda onda de interesse nesta área surgiu no final dos anos 70, princípios de 80, com o desenvolvimento de um ligamento de carbono por Jenkins, em 1978, e pelo desenvolvimento do ligamento de Gore-Tex®, em 1985. Os resultados promissores do Gore-Tex® evidenciados a curto-médio prazo foram muito encorajadores, em parte devido à estabilidade articular alcançada imediatamente após implantação. De facto, a força tênsil sempre foi um atributo forte deste composto. No entanto, com os resultados obtidos em estudos a longo-termo, veio a revelar-se uma alta incidência de alongamento da prótese e mesmo ruptura, em alguns casos. Estava, desta forma, reiniciada a pesquisa em busca do ligamento artificial ideal (Matsumoto & Fujikawa, 2001).

A tarefa de criar um ligamento artificial, que substitua de maneira adequada o LCC, continua, no entanto, um desafio. Existem alguns factores importantes, a ter em conta, no uso de próteses sintéticas. O primeiro diz respeito às suas propriedades mecânicas, que são críticas para a função e longevidade da prótese, enquanto o segundo é relativo à sua interacção biológica no interior da articulação. Este último factor ganha especial importância, quando a prótese sintética tem, em parte, a função de actuar como estrutura onde um neoligamento possa proliferar (Arnoczky, Minei, & Warren, 1986).

As próteses ou dispositivos sintéticos, têm sido utilizados como próteses totais do LCA ou ainda como reforço de enxertos biológicos ou ligamentoplastias dividindo a sustentação de carga. As suas principais vantagens (Tabela 1), residem na ausência de morbilidade relacionada com a doação do enxerto, uma vez que esta não é necessária, no seu fornecimento estar sempre assegurado, na força significativa que demonstram e nos bons resultados a curto-médio prazo. Em contrapartida, no acompanhamento a longo-prazo (estudo realizado ao longo de 19 anos em pacientes humanos) são diagnosticadas infecções, rupturas parciais ou completas da prótese, respostas imunológicas, osteólise/alargamento dos túneis ósseos de implantação, fracturas da tibia e fémur no local

dos túneis, sinovite por corpo estranho e progressão de osteoartrite (tabela 1) (Durselen, Claes, Ignatius & Rubenacker, 1996; Ventura, Terzaghi, Legnani, Borgo & Albisetti, 2010).

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens de vários tipos de próteses do LCA (Bernardino, 2010)

<b>Próteses</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Fibra de Carbono</b>	Promove a proliferação de colagénio no implante	Migração de partículas de carbono devido ao desgaste Elevada incidência de alongamento e ruptura do implante levam a fracos resultados a longo-termo
<b>Gore-Tex</b>	Força tênsil 3x superior ao LCA humano	Afrouxamento progressivo a longo-termo
<b>Dacron</b>	Promove a proliferação de colagénio no implante Revestimento de poliéster protege o implante de forças abrasivas	Fraca estabilidade a longo-termo
<b>Leeds-Keio Artificial Ligament</b>	Actua como estrutura para o crescimento de tecido mole Força tênsil excede a do LCA humano	Actua mais como uma prótese de suporte de carga
<b>Kennedy Ligament Augmentation Device</b>	Protege enxertos biológicos e ligamentoplastias de stress excessivo	Fraço interface implante-enxerto Propensão para criar uma resposta inflamatória intra-articular resultando em sinovite e efusão
<b>Lars Ligament</b>	Mimetiza a estrutura e orientação natural do LCA Reduz as forças de cisalhamento no implante Porosidade promove crescimento tecidual	Laxidez pós-operativa residual presente Ainda não existem estudos dos resultados a longo-termo
<b>Tissue-Engineered Scaffolds</b>	Duplica as propriedades estruturais e mecânicas do LCA Restauração da cinemática normal da articulação O implante pode restaurar o LCA normal com o passar do tempo	Perde força com o passar do tempo Alogenicidade do colagénio da plataforma pode levar a rejeição Difícil reprodução consistente das próteses baseadas em colagénio Colagénio apresenta menor flexibilidade de modificação em relação a polímeros sintéticos

### 2.3.1 Fibra de carbono

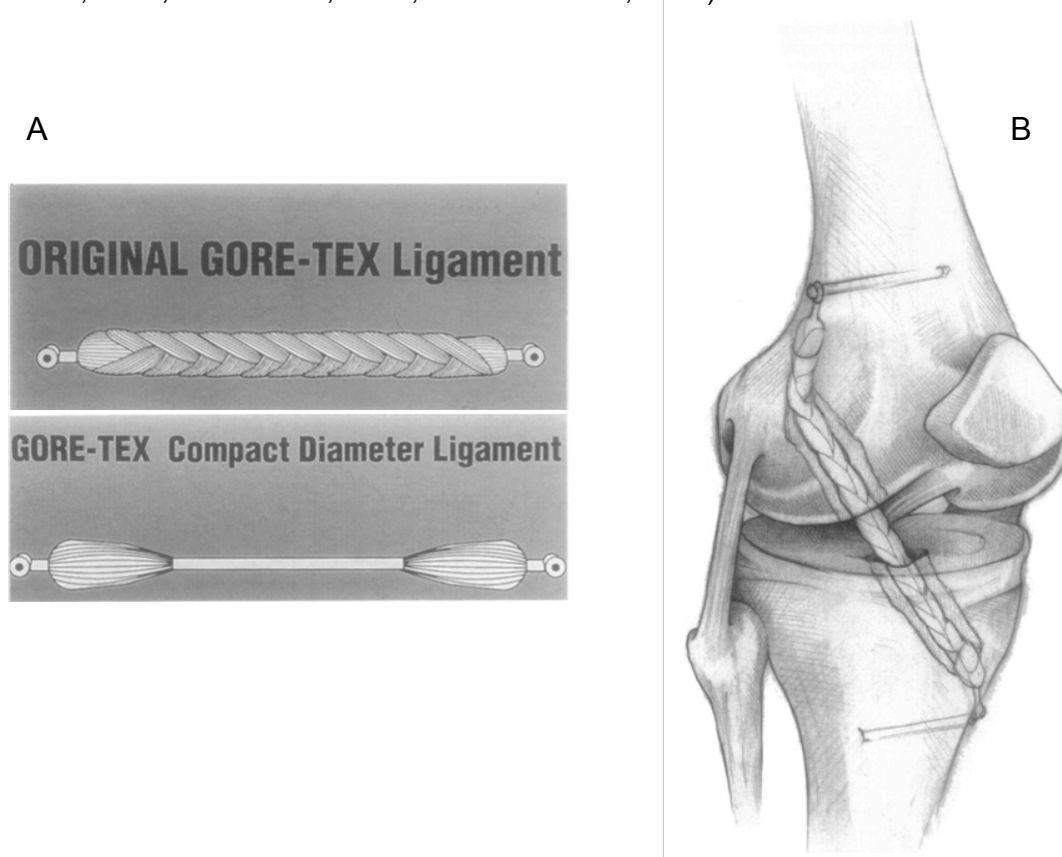
As primeiras tentativas na descoberta de um composto sintético, para uso alternativo aos enxertos biológicos, deram origem ao desenvolvimento de uma grande variedade de próteses de fibra de carbono. Foi sugerido, na altura, em 1977, que este material era capaz de induzir a formação de neoligamentos (Bernardino, 2010). Em contrapartida, um estudo, realizado em coelhos no ano de 1988, veio afirmar que a formação de um neoligamento era ilusória, e que a resposta do hospedeiro dava origem a um encapsulamento do implante por tecido fibroso, isolando-o (Amis, Kempson, Campbell & Miller, 1988). Adicionalmente, foi registada uma alta incidência de ruptura das próteses e migração de partículas de carbono

para os tecidos sinoviais, provocando uma resposta do tipo corpo-estranho. Foi, por estes motivos, descontinuado o seu uso (Amis et al., 1988; Bernardino, 2010).

### 2.3.2 Gore-tex

O Gore-Tex®, ou politetrafluoroetileno (PTFE), foi desenvolvido por W.L. Gore e colaboradores nos anos 70 (Johnson, 1995). O PTFE, usado no ligamento sintético (figura 27), é idêntico ao usado nos enxertos vasculares (Davidson, Collins & Campbell, 1995).

Figura 27 – Ilustração do implante de Gore-Tex (A) com reconstrução standart do LCA (B) (Johnson, 1995; Rubenstein, Sarin, Subbio & Miller, 1998)



**A** – (cima) implante original de Gore-Tex trançado; (baixo) implante de Gore-Tex compacto de 2ª geração, em que a parte intra-articular está envolta numa bainha adicional de Gore-Tex que revelou diminuir a incidência de efusões. **B** – Túnel tibial *standart* e posicionamento do implante com técnica *over-the-top*

É um dos polímeros sintéticos mais inertes conhecido (Davidson et al., 1995). As suas principais vantagens residem nas suas características biomecânicas. A força tênsil revelou ser 2,8 vezes superior à do LCA intacto, enquanto a taxa de alongamento foi de 3% nos testes de deformação após 30 milhões de ciclos. O maior desenvolvimento na utilização deste composto, foi a sua implantação assistida por artroscopia (Johnson, 1995). As principais complicações associadas variam desde efusões/sinovites, infecções, ruptura do implante e alargamento por osteólise dos túneis ósseos (Rubenstein, Sarin, Subbio & Miller,

1998). Actualmente o Gore-Tex® é aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos da América, para uso intra-articular em substituição do LCA, como opção de recurso quando os enxertos autógenos falham (Bernardino, 2010).

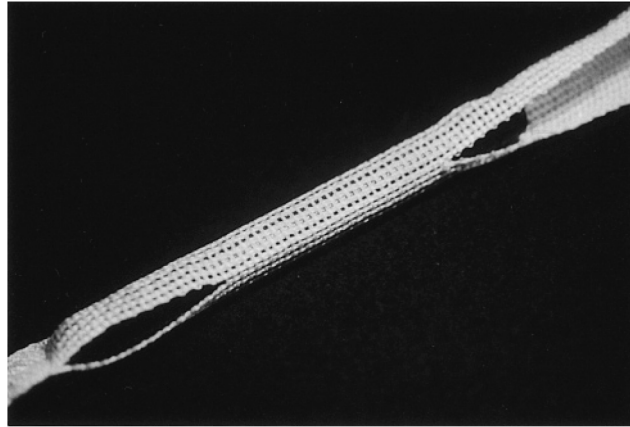
### **2.3.3 Dacron**

Este material tem aplicações válidas, conhecidas, na cirurgia vascular. Foram desenvolvidas próteses de Dacron, para reconstituição do LCA e LCC, com intuito de fornecerem estrutura para a proliferação de tecido vascular e fibroso conjuntivo (Arnoczky et al., 1986; Bernardino, 2010). No entanto, a orientação das fibras de colagénio neoformadas demonstrou ser aleatória, não concordante e não alinhada com as forças tenses exercidas na articulação (Arnoczky et al., 1986). Demonstrou-se também que a estabilidade a médio-longo prazo era muito baixa, tornando-se desta forma inadequado o seu uso (Bernardino, 2009).

### **2.3.4 Leeds-Keio artificial ligament (LK)**

Foi desenvolvido, num projecto de parceria, em 1982 pela Universidade de Leeds no Reino Unido e a Universidade de Keio no Japão. O ligamento (figura 28) é feito de poliéster, polietileno tereftalato (PET), apresentando uma estrutura em malha. O diâmetro das fibras é de 22 µm. O ligamento apresenta uma força tênsil suficiente para a reconstrução do LCA, tendo ainda demonstrado em testes de fadiga uma durabilidade satisfatória. O tecido fibroso é capaz de proliferar em volta das fibras de poliéster, num padrão longitudinal de fibras de colagénio ao longo do ligamento artificial (Matsumoto & Fujikawa, 2001). No entanto, estudos posteriores revelaram que a formação do neoligamento não é tão funcional como de previsto pelos estudos iniciais. Por esta razão a prótese comporta-se mais como um implante de suporte de carga, estando naturalmente predisposto à ruptura a longo-prazo (Bernardino, 2010). Um estudo recente, comparou a reconstrução do ligamento cruzado anterior recorrendo à utilização do *Leeds-Keio artificial ligament* (LK) com outra técnica que fez uso do tendão patelar. Os dois grupos apresentaram resultados semelhantes, vindo assim demonstrar o LK, como uma alternativa viável nos dias de hoje quando não existem opções mais adequadas (Ghalayini, Helm, Bonshashi, Lavender, Johnson & Smith, 2009)

Figura 28 – *Leeds-Keio artificial ligament* (Matsumoto & Fujikawa, 2001)



### 2.3.5 Kennedy ligament augmentation device (LAD)

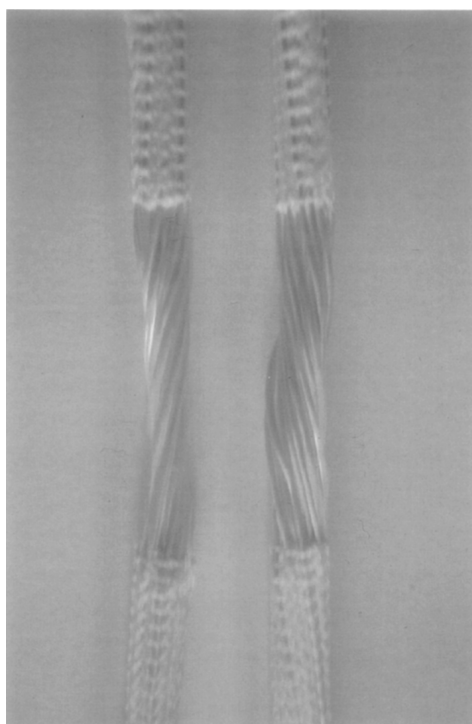
Kennedy e colaboradores introduziram o conceito de suporte/reforço ligamentar (*ligament augmentation device* - LAD) em 1980. O implante, composto por uma banda de polipropileno trançado, foi desenvolvido inicialmente para proteger o enxerto biológico autógeno do stress excessivo na fase de remodelação (degeneração e revascularização). A percentagem de carga que o LAD aceita varia consoante o implante usado e o método de reconstrução. Especial atenção é dada ao grau de protecção de carga que o LAD confere ao enxerto autógeno, uma vez que excessiva protecção não irá expor o enxerto às forças tenses necessárias para que este se torne funcional. As principais complicações associadas foram efusões e sinovite reactiva, secundárias à resposta inflamatória induzida pelo LAD (Bernardino, 2010).

### 2.3.6 Ligament advanced reinforcement system (LARS) artificial ligament

O *LARS artificial ligament*, um implante sintético da nova geração, é constituído por fibras de polietileno tereftalato, ou seja de poliéster. Consiste de duas porções distintas, uma intra-óssea composta por fibras longitudinais ligadas através de uma estrutura transversal e uma segunda parte intra-articular composta por fibras paralelas longitudinais torcidas a 90° (figura 29). A principal inovação é a introdução da capacidade de mimetizar a estrutura natural do LCA e de reduzir as forças de cisalhamento entre as fibras, recorrendo para isso à orientação torcida das fibras intra-articulares, no sentido dos ponteiros do relógio ou ao contrário, para uso no joelho direito ou esquerdo respectivamente (Dericks, 1995; Bernardino, 2010). Adicionalmente, o PET e a porosidade entre as suas fibras, proporcionam condições para a proliferação de tecido mole entre elas e à volta do implante, actuando este tecido como elemento viscoelástico, que protege da fricção as fibras

individualmente e o ligamento artificial junto às entradas dos túneis ósseos. Um estudo de acompanhamento do resultado clínico, aos 24 meses, indicou resultados satisfatórios, indicando o LARS como opção de tratamento actual, principalmente quando níveis altos de actividade física são requisitados precocemente após a cirurgia, como é o caso de atletas. Não houve casos de sinovite reactiva ou infecção, e a taxa de insucesso não foi diferente da técnica que usou o tendão patelar para substituir o LCA (Nau, Lavoie & Duval, 2002). Os estudos preliminares, relativos ao uso do LARS, têm sido encorajadores, no entanto é necessário esperar pelos resultados a longo-prazo, no sentido de averiguar potenciais complicações que só se desenvolvem, tipicamente, mais tarde (Nau et al., 2002; Bernardino, 2010).

Figura 29 – Aspecto do LARS (Dericks Jr, 1995)



### **2.3.7 Avanços na engenharia de tecidos – estruturas biodegradáveis**

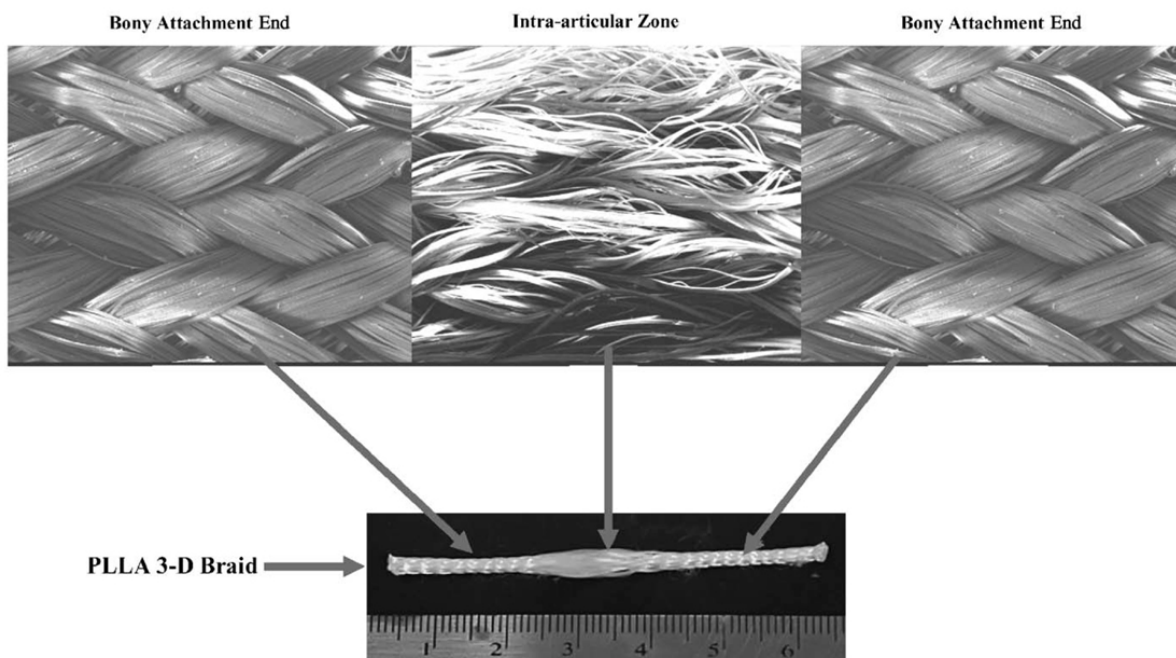
As limitações associadas ao uso de enxertos biológicos ou sintéticos, promoveram um interesse crescente, em soluções que recorrem à engenharia de tecidos, para reconstrução do LCA. A estrutura biodegradável ideal, para substituição do LCA, deverá ser funcional do ponto de vista mecânico, resistente à fadiga, biocompatível, promover crescimento de tecido ligamentar e degradar-se a uma taxa similar ao crescimento tecidular de modo a não ocorrer ruptura do tecido neoformado (Bernardino, 2010; Vieira, Guedes & Marques, 2009).

A engenharia de tecidos consiste na aplicação de princípios biológicos, químicos e de engenharia com o objectivo de desenvolver substitutos para a reparação e restauração da

função tecidual. Existem 3 abordagens na engenharia de tecidos: o uso de matrizes tridimensionais e porosas que promovem a regeneração de tecido, o uso de células isoladas que foram expandidas *in vitro* e o uso de factores de crescimento (Laurencin & Freeman, 2005).

Foram conduzidos estudos, que testaram estruturas à base de colagénio, que sugerem a sua viabilidade, apresentando no entanto algumas limitações como a aloogenicidade do material, difícil reprodução em laboratório e a menor flexibilidade de modificação quando comparado à tecnologia que faz uso de polímeros sintéticos (Bernardino, 2010). Recentemente foi desenvolvido uma estrutura biodegradável, tri-dimensional, trançada e projectada para a adesão celular fibroblástica, constituída por ácido poli L-láctico (*braided poly L-lactic acid* – PLLA). Esta estrutura possui poros integrados de tamanho controlado, resistência ao atrito e ruptura e propriedades biomecânicas comparáveis ao LCA. Tem duas zonas distintas, à semelhança do LARS, que correspondem a duas zonas de fixação aos túneis ósseos na tibia e fémur e uma zona intra-articular. As zonas de fixação ao osso, têm um ângulo de orientação das fibras maior ao das zonas intra-articulares. Estas diferenças promovem alterações no tamanho dos poros de acordo com a região do implante (figura 30) (Laurencin & Freeman, 2005; Lu et al., 2005).

Figura 30 – Estrutura tridimensional de PLLA trançada e a macroestrutura das zonas de fixação ósseas e intra-articular (Laurencin & Freeman, 2005)

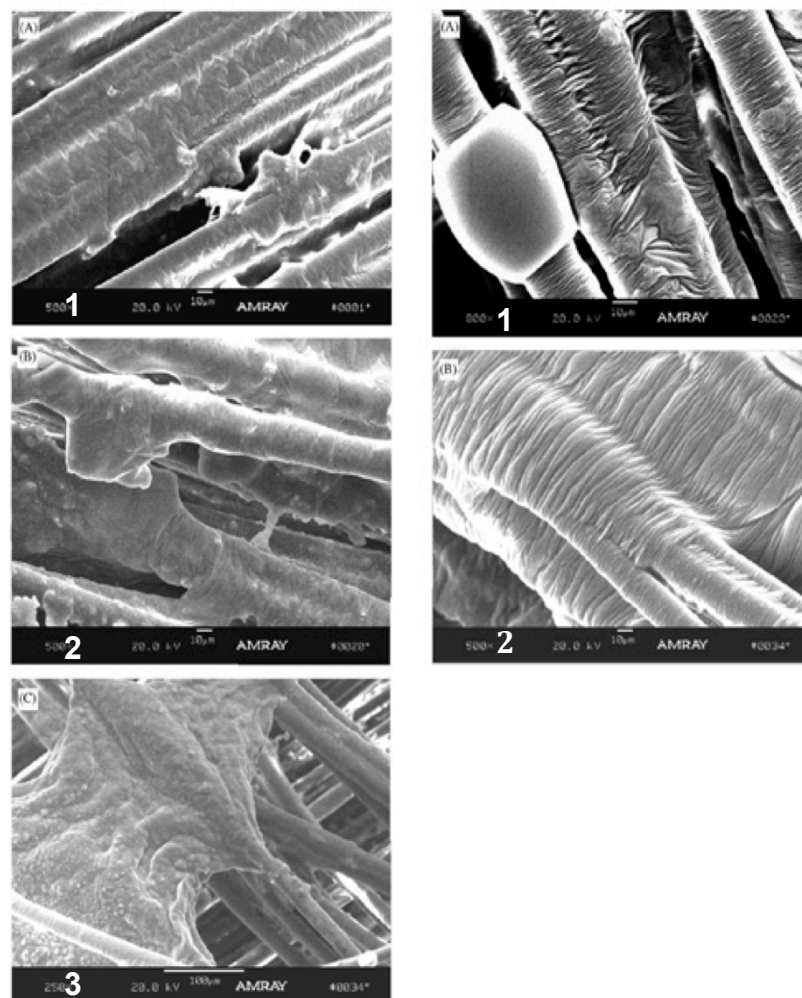


Está descrito que o tecido calcificado cresce num poro mínimo de 10  $\mu\text{m}$ , tecido ósseo num de 150  $\mu\text{m}$  e tecido mole num poro mínimo de 250  $\mu\text{m}$ . As diferentes regiões do implante contêm poros nas gamas mencionadas, de modo a promover crescimento apropriado de ligamento, osso e suprimento capilar. A estrutura de PLLA não fomenta reacções de corpo estranho e é gradualmente absorvida e substituída por tecido natural neoformado. A longo

termo, as propriedades do PLLA não são preocupantes, uma vez que o objectivo é que, por essa altura, seja substituído por tecido natural apto a funcionar como um ligamento normal. No estudo de degradação a curto prazo, às 8 semanas, as fibras de PLLA demonstraram alterações mínimas nas qualidades biomecânicas. Com a adição do factor de crescimento fibronectina (figura 31), às fibras das estruturas de PLLA, conseguiu-se uma maior taxa de proliferação e fixação celular bem como uma elevada produção de matriz (Laurencin & Freeman, 2005; Lu et al., 2005). A par deste polímero sintético muitos outros estão, igualmente, em investigação nomeadamente o ácido poliglicólico (PGA) e o ácido poliláctico-co-glicólico 82:18 (PLAGA) (Lu et al., 2005).

A maioria da literatura actual, sugere que as técnicas de engenharia em biomateriais vão levar à nova geração de substitutos para o ligamento cruzado anterior, capazes de regenerar um neoligamento robusto e mecanicamente natural (Bernardino, 2010).

Figura 31 – Microscopia electrónica de uma estrutura de PLLA e PLAGA (Laurencin & Freeman, 2005)



**Coluna esquerda (1)** fibroblastos na estrutura de PLLA após um dia, **(2)** 3 dias, **(3)** e 7 dias em cultura; **Coluna direita** – estrutura de PLAGA sem revestimento de fibronectina **(1)** e com revestimento de fibronectina **(2)** após 3 dias de crescimento. Notar as células confluentes ao longo dos filamentos.

### 3 ESTUDO RETROSPECTIVO

---

Após a revisão bibliográfica, será relevante abordar os motivos que levaram à realização deste trabalho.

É interessante reflectir acerca dos caminhos divergentes que a medicina humana e veterinária tomaram no que diz respeito à RLCC. Por volta de 1970, o pensamento tanto da classe veterinária como dos médicos era a substituição do ligamento por um composto sintético. Curiosamente, os veterinários abandonaram quase que por completo esta abordagem, optando pelo uso de auto-enxertos, enquanto que no campo da medicina humana se continuou a insistir nesta área, sendo que, mesmo que de forma limitada e em casos particulares, ainda se usa actualmente uma variedade de materiais sintéticos biocompatíveis. É então que, por volta de 1980, na comunidade veterinária, se assiste a uma viragem na terapêutica cirúrgica da RLCC, que levou a uma jornada de 25 anos de exploração de técnicas extracapsulares e osteotomias da tibia, que ainda prevalece nos dias de hoje (Innes, 2010). Sendo a comunidade veterinária relativamente pequena, quando comparada à comunidade médica, tem possivelmente maior apetência em seguir tendências, não estando estas forçosamente provadas serem o melhor método terapêutico (Conzemius et al., 2005; Innes, 2010).

O propósito de utilizar, neste trabalho, a técnica de ancoragem intracapsular falada de seguida nos materiais e métodos, era averiguar se os resultados obtidos com a substituição do LCC, por este método de fixação, eram eficazes no tratamento da RLCC, com vista a, numa fase seguinte, ser aplicada com recurso a artroscopia. De facto foram já descritas técnicas artroscópicas para substituição do LCC em cães, tendo os seus resultados sido satisfatórios, mas a falta de experiência e a preferência por técnicas que alteram a geometria proximal da tibia têm retardado o seu uso (Jerram & Walker, 2003). Um estudo piloto, levado a cabo em 1987, mostrou ser possível a substituição do LCC por uma prótese sintética intracapsular de poliéster sob orientação artroscópica. O tempo médio do procedimento revelou ser de 60 minutos, tempo este inferior à maioria dos procedimentos actuais para resolução da RLCC. Em qualquer cirurgia de RLCC, sem assistência por artroscopia, é gasto tempo no acesso à articulação, bem como 5-10 minutos são gastos inevitavelmente no fechar das incisões (Person, 1987). Também o factor limitante referente ao tamanho diminuto das articulações, muitas vezes invocado, perdeu importância, já que são inseridos rotineiramente artroscópios em articulações interfalângicas e temporomandibulares de humanos (Abercromby, 1997). Devido ao facto da artroscopia requerer incisões de pele menores e criar menos trauma cirúrgico quando comparada à artrotomia, uma série de vantagens serão esperadas. Entre elas contam-se uma melhor visualização das estruturas intra-articulares, as estruturas são visualizadas num ambiente mais natural, potencial para menores tempos de cirurgia, menor risco de infecção e

morbilidade pós-operatória a curto prazo reduzida (Abercromby, 1997; Hoelzler, Millis, Francis & Weigel, 2004).

### 3.1 OBJECTIVOS

- Caracterização dos indivíduos (amostra) presentes no estudo.
- Documentar a técnica de ancoragem intracapsular.
- Análise dos resultados clínicos referentes ao período pós-operatório entre as duas técnicas cirúrgicas utilizadas, a curto-médio prazo, para tratamento da ruptura do ligamento cruzado.
- Análise dos resultados do período pós-operatório, a longo prazo, através de inquérito telefónico aos proprietários dos animais submetidos à técnica de ancoragem.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1 Desenho experimental

O presente estudo foi realizado no Instituto Médico Veterinário, em Lisboa. Sendo este trabalho um estudo de natureza retrospectiva, está implícito que toda a informação obtida para a sua realização esteve dependente de fontes de registo existentes. Foram incluídos no estudo todos os cães que se apresentaram de forma livre à consulta, entre Abril de 2007 e Abril de 2009, com diagnóstico confirmado de RLCC.

Os dados recolhidos foram obtidos a partir das fichas clínicas, em suporte informático, e por um inquérito por telefone, dirigido aos proprietários dos animais.

**Amostra:** Foram elegíveis 19 cães que totalizaram 25 intervenções cirúrgicas, devido ao facto de alguns animais terem desenvolvido, ao longo do tempo, RLCC contralateral e, por essa razão, ter sido necessário nova intervenção.

**Grupos de estudo:** A população de casos foi dividida em dois grupos: o grupo 1 (n=16) foi submetido a intervenção cirúrgica com recurso à técnica intracapsular over-the-top, enquanto que o grupo 2 (n=9) foi submetido à implantação de prótese sintética intracapsular do LCC com recurso a uma âncora.

### 3.2.2 Material

**Material cirúrgico geral e ortopédico:** Nas cirurgias do estudo foram utilizados os seguintes instrumentos: Cabo de bisturi (cabo nº 3 e 4, lâmina 10 e 20), bisturi eléctrico para electrocoagulação, tesoura afiada romba e de Mayo, porta agulhas Mayo-Hegar, pinças teciduais, pinças hemostáticas mosquito, pinças de campo Backhaus, afastadores de mão Senn e Hohmann, elevadores de periósteo, passa fios, motores de perfuração e brocas de tamanho variado, soro fisiológico de lavagem articular, fios de sutura absorvíveis e não absorvíveis.

**Material específico utilizado no grupo 2:** FASTIN® Anchor 5mm ETHIBOND w/o Needles da Depuy Mitek Inc., uma empresa da Johnson & Johnson (figura 32). Esta âncora, projectada para medicina humana desportiva, é usualmente aplicada na articulação do ombro com recurso a artroscopia. É constituída por uma âncora, com ponta perfuradora, em liga de titânio de 5 mm. Este implante metálico, classicamente, tem a função de segurar firmemente tecido mole, como tendões ou ligamentos, a tecido ósseo, por meio de suturas que têm origem na própria âncora. Estas mesmas suturas foram, no entanto, usadas neste estudo com o objectivo de reproduzirem o LCC dentro da articulação. Foram escolhidas âncoras pré-carregadas com 2 fios de suturas independentes, trançadas e não absorvíveis de poliéster de tamanho # 2 (United States Pharmacopeia) (aproximadamente  $\frac{1}{2}$  do diâmetro de um fio de encordoamento das raquetes de ténis).

Figura 32 – Ilustração da FASTIN® Anchor



**A** – Âncora Fastin® e manípulo de inserção **B** – pormenor da ponta do implante em liga de titânio, notar também as linhas gravadas a laser na cânula de inserção, para indentificação das suturas e auxílio durante a inserção por artroscopia **C** – pormenor dos 2 fios de sutura de poliéster no interior da cânula.

Até à data não estão disponíveis próteses sintéticas que forneçam estabilidade total após a cirurgia. Assim como os ligamentos naturais, as próteses sintéticas possuem propriedades viscoelásticas. No entanto, as próteses não são capazes de alongar e recuperarem na mesma extensão do ligamento natural. Nos cães, está descrito que o LCC recupera a sua forma original após sofrer uma taxa máxima de 14% de alongamento. As próteses além de não serem dotadas deste mesmo nível de capacidade, não recuperam de microlesões e estão susceptíveis a forças abrasivas. Existe pois uma inevitável perda de propriedades biomecânicas ao longo do tempo (Stead, Amis & Campbell, 1991; Rooster, Vangheluwe, Bree, Ledoux & Langenhove, 2001).

Dito isto, provou-se que o poliéster é resistente o suficiente para resistir a forças presentes durante a locomoção e sustentação de peso nos cães, estando por isso apto a ser aplicado na estabilização de RLCC. O deslizamento dos nós, neste material, não revelou ser um problema, no entanto deve-se atender ao grau de tensão aplicada na prótese, uma vez que ao dar os nós alguma perda de tensão possa ocorrer (Rooster et al., 2001).

Foi adicionalmente demonstrado que o poliéster é capaz de induzir a proliferação de tecido autógeno fibroso. Tecido este que sofre um processo de maturação do colagénio, ficando alinhado paralelamente ao eixo-longo da prótese, formando um neo-ligamento adequado (Amis, Campell, Kempson & Miller, 1984; Rooster et al., 2001). O facto das técnicas intracapsulares, que usam auto-enxertos, introduzirem mais colagénio numa articulação onde um processo activo, degenerativo e dependente de anticorpos contra o colagénio está presente, agravando a sinovite imunomediada (Kudnig, 2000), é um potencial factor a favor da implantação de próteses sintéticas de suporte de carga (exemplo do Gore-Tex). Outro aspecto positivo, no uso de próteses sintéticas, é um possível retorno precoce à actividade sem restrições (Nau et al., 2002), havendo assim uma perda mínima de massa muscular, uma vez que não será necessário passar por um período de restrição da actividade física típico das técnicas intracapsulares que usam auto-enxertos ou osteotomias da tíbia, como a TPLO, de 6 a 8 semanas (Conzemius et al., 2005).

### **3.2.3 Métodos**

#### **3.2.3.1 Metodologia de diagnóstico, inclusão em grupos e caracterização da amostra**

**Diagnóstico:** Os animais que, durante o período do estudo, se apresentaram à consulta com sinal iatrotópico de claudicação, no(s) membro(s) posterior(es), foram sujeitos a exame clínico geral e ortopédico. A abordagem consistiu, numa fase inicial, na recolha de dados do paciente, que permitiu elaborar uma história pregressa e uma lista de diagnósticos diferenciais mais comuns (Tabela 2) para o sinal de claudicação aguda ou crónica. No que

diz respeito ao diagnóstico diferencial de RLCC, especial atenção foi dada aos dados que estivessem relacionados com os factores de risco e prevalência antes mencionados (ex: raça, castração, sexo, idade).

Tabela 2 – Diagnósticos diferenciais para claudicação (Fossum, 2008)

<b>Cães jovens</b>	<b>claudicação aguda</b>	Fractura fisária Fractura óssea RLCC por avulsão
<b>Cães jovens</b>	<b>claudicação crónica</b>	Displasia coxofemoral OCD joelho Avulsão do tendão extensor digital longo Luxação patelar OCD jarrete Panosteíte Osteodistrofia hipertrófica Doença de Legg-Perthes RLCC/DLCC
<b>Cães adultos</b>	<b>claudicação aguda</b>	Fractura óssea Luxação coxofemoral Luxação do joelho RLCC Ruptura do tendão-de-Aquiles Luxação do tarso
<b>Cães adultos</b>	<b>Claudicação crónica</b>	Luxação patelar RLCC/DLCC DAD Doença articular inflamatória Neoplasia óssea/tecidos moles Hérnia discal tóraco-lombar

Para despistar RLCC recorreu-se a 3 métodos complementares práticos de diagnóstico: palpação, manipulação e interpretação de exame radiográfico.

À palpação avaliou-se o tendão patelar, a massa correspondente ao músculo quadríceps femoral, a existência ou não de dor associada à palpação/manipulação e a espessura da cápsula medial articular. Os cães que evidenciassem distensão articular, atrofia da musculatura do membro afectado, percepção dolorosa e/ou aumento da espessura da cápsula medial eram considerados possíveis candidatos a RLCC.

Seguiam-se os testes de manipulação, TGC e TCT, para tentar confirmar o diagnóstico. Os cães que apresentassem sinal óbvio de translação cranial da tíbia na execução dos testes eram considerados positivos para RLCC.

Se o resultado fosse dúbio ou inconclusivo, mas a suspeita de RLCC fosse forte, uma projecção radiográfica médio-lateral da articulação era realizada. Na película radiográfica eram procurados sinais compatíveis com DLCC/RLCC e osteoartrite associada. Se os

indícios radiográficos fossem consistentes também estes animais eram considerados positivos para RLCC.

A todos os pacientes, dados como positivos, foram ainda repetidos os testes de manipulação sobre o efeito de anestesia geral no pré-operatório, dado que a sua sensibilidade aumenta consideravelmente nesta condição. Em último caso, o diagnóstico objectivo e confirmado de RLCC só foi possível após efectuada artrotomia lateral exploratória. Neste estudo, todos os animais classificados como positivos, previamente à realização da artrotomia, viram o seu diagnóstico confirmado em tempo cirúrgico. Todos os testes complementares de diagnóstico foram levados a cabo pelo mesmo médico veterinário.

**Inclusão em grupos:** O método de escolha de inclusão nos diferentes grupos foi puramente accidental na medida em que, no período que o material esteve disponível, qualquer paciente com diagnóstico de RLCC foi sujeito à implantação da prótese sintética. Dois casos do grupo 2 não entraram no estudo de acompanhamento por terem ocorrido no final da escrita deste trabalho, no entanto serviram para documentar a técnica operatória e elaborar um registo fotográfico.

**Caracterização da amostra:** Foram incluídos no estudo 19 cães com diagnóstico confirmado de RLCC. A amostragem estudada foi considerada não probabilística e accidental. Este tipo de amostra é formado por indivíduos que são facilmente acessíveis e estão presentes num local determinado. Os indivíduos são incluídos no estudo à medida que se apresentam e até a amostra atingir o tamanho desejado. Neste caso o tamanho desejado do grupo 2, ou seja os animais submetidos à implantação da Fastin Anchor®, estava limitado ao número de âncoras disponíveis. Durante esse período de stock disponível todos os cães que apareceram à consulta com RLCC foram incluídos no grupo 2. Antes e depois deste mesmo período todos os cães com RLCC foram incluídos no grupo 1, ou seja, submetidos à técnica OTT. Alguns autores dizem que este tipo de amostra tem algum grau de aleatoriedade, porque o investigador não controla factores característicos da população. É importante no entanto referir que alguns indivíduos presentes no estudo não apareceram de forma aleatória à consulta, tendo sido referenciados para consulta de especialidade ortopédica.

Por fim foram documentados todos os dados clínicos, individuais de cada paciente, considerados relevantes para potencial associação com a DLCC. Tais dados consistiram de raça, sexo, peso, se realizaram castração ou não, idade em que apresentaram RLCC, relação temporal com RLCC contra-lateral nos casos em que esta se veio a verificar e procedimento cirúrgico a que foram sujeitos (grupo 1 ou 2)

### 3.2.3.2 Procedimentos do pré-operatório

Todos os animais presentes no estudo, realizaram análises laboratoriais, nomeadamente hemograma completo (leucócitos, eritrócitos, plaquetas, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média, concentração de hemoglobina corpuscular média, neutrófilos não segmentados, neutrófilos segmentados, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos) e parâmetros bioquímicos (ureia, creatinina, albumina, proteínas totais e alanina-aminotransferase), antes de serem submetidos a anestesia geral. Os animais receberam antibioterapia injectável, benzilpenicilina procaína e benzatina (150mg/ml, 1ml/10kg S.C;I.M) ou amoxicilina e ácido clavulânico (8,75 mg/kg S.C;I.M), 30-45 minutos antes de serem anestesiados, para que concentrações fossem atingidas nos tecidos no período intra-operatório.

Uma dose, de 0,2 mg/kg S.C, de meloxicam foi administrada pré-operativamente com vista a diminuir a inflamação e dor, por 24 horas, no período pós-operatório. A pré-medicação utilizada foi constituída por uma combinação de medetomidina (0,0025-0,01 mg/kg I.M) e butorfanol (0,1-0,2 mg/kg I.M), com o objectivo de baixar as concentrações e potencializar o efeito anestésico de indução e volátil, e também para promover efeito analgésico intra-operatório. O anestésico de indução usado foi o propofol a 1% (1-4 mg/kg I.V). Todos os animais foram entubados com recurso a tubo de Magill, sendo posteriormente mantidos anestesiados em regime volátil com isoflurano e oxigénio.

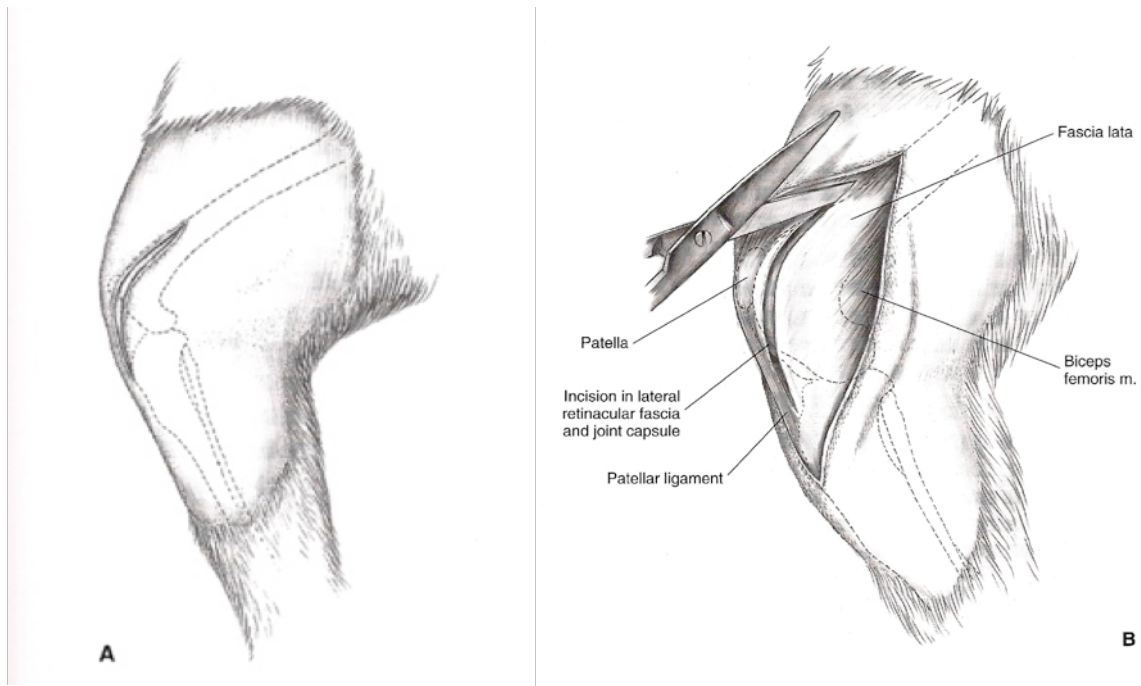
As cirurgias foram todas executadas, respeitando o conceito de cirurgia limpa, descrito pela National Academy of Sciences National Research Council, que afirma que um procedimento cirúrgico é considerado limpo, quando os tractos respiratório e gastrointestinal não são acedidos e quando não existiu quebra na técnica asséptica (Frey et al., 2010).

No final do procedimento cirúrgico os efeitos sedativos remanescentes da medetomidina foram antagonizados com atipamezole, a uma taxa de 5 vezes a concentração de medetomidina (igual volume).

### 3.2.3.3 Técnicas cirúrgicas

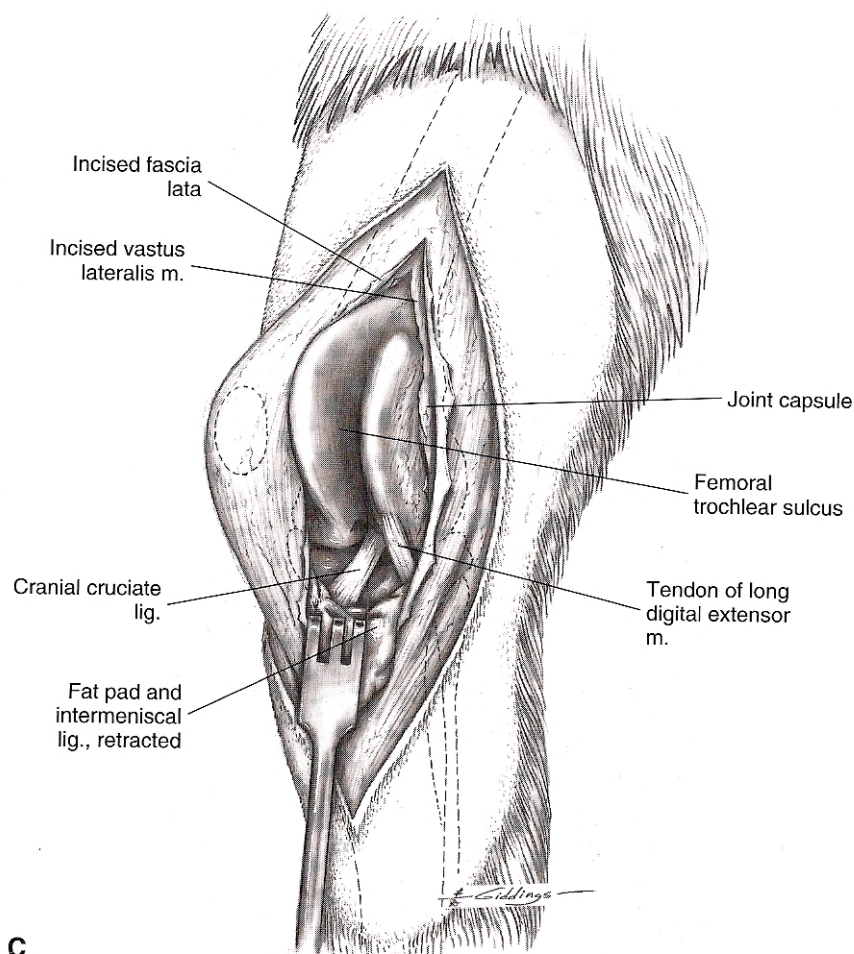
**Artrotomia lateral (grupos 1 e 2):** Ambos os grupos foram sujeitos à mesma técnica de acesso para expor a articulação do joelho, uma artrotomia lateral. As indicações para este acesso cirúrgico são: reconstrução do LCC, meniscectomia e exploração da articulação femoro-tibio-patelar (Piermattei & Johnson, 2004). A incisão da pele tem início sobre a tuberosidade tibial, lateralmente ao ligamento patelar, continuando proximalmente até ao nível da patela, seguindo depois uma distância idêntica através do bordo cranial do fémur (Figura 33A). A linha de incisão da artrotomia segue a mesma linha da pele (Figura 33B).

Figura 33 - Abordagem à articulação joelho por uma artrotomia lateral (Piermattei & Johnson, 2004)



A porção distal da incisão é feita na fáscia lateral, começando em frente ao pólo distal da patela e uns milímetros lateralmente ao ligamento patelar, continuando distalmente até à tíbia. Uma incisão na articulação é feita, com recurso a bisturi, no final proximal da incisão anterior, que irá permitir o acesso intra-articular sem haver risco de danificar a cartilagem articular do côndilo femoral. Com recurso a uma lâmina da tesoura, posicionada no interior da articulação, avança-se proximalmente cortando a cápsula articular, fibrocartilagem parapatelar lateral e fáscia lata. A incisão é desviada ligeiramente na direcção lateral, no sentido de cortar paralelamente às fibras do músculo vasto lateral, entre o vasto lateral e o vasto anterior, e para deixar tecido suficiente lateral à patela para suturar. A patela é então luxada medialmente. A retracção distal da almofada adiposa expõe os ligamentos cruzados e os meniscos. A exposição pode ser alongada proximalmente para aceder à região supracondilar (Figura 34). Distalmente, a cápsula articular e a fáscia lateral são fechadas numa camada com recurso a suturas interrompidas. Proximalmente à patela, a fáscia lata pode ser fechada com sutura de padrão contínuo. O tecido subcutâneo e a pele são suturadas de forma rotineira (Piermattei & Johnson, 2004).

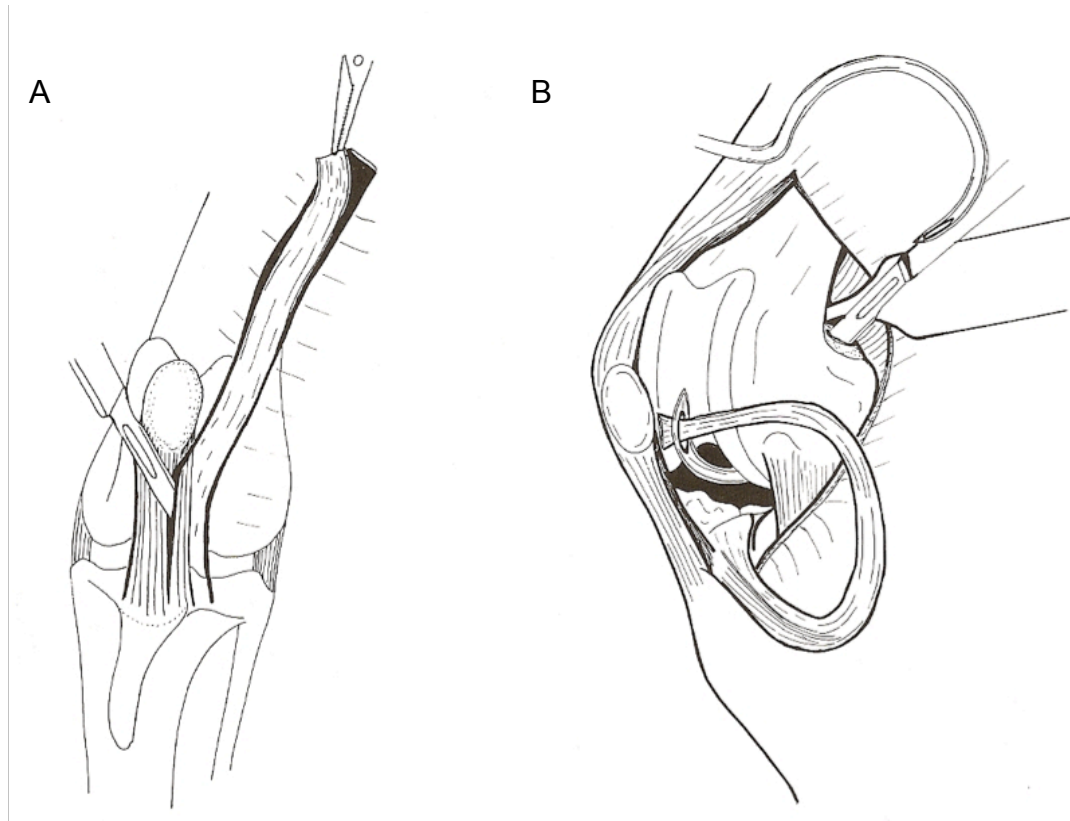
Figura 34 - Abordagem à articulação do joelho através de artrotomia lateral *continuação* (Piermattei & Johnson, 2004)



**Técnica *Over-the-Top* (grupo 1):** Aos 16 cães do grupo 1, após acesso por artrotomia lateral, foi executada a técnica OTT para correção da RLCC. O enxerto consistiu de fásia lata e do terço lateral do ligamento patelar. O comprimento do enxerto autógeno preparado deverá corresponder 3 a 4 vezes ao comprimento do ligamento patelar. A largura deverá rondar 1-1,5 cm (Figura 35A). Depois de executada a artrotomia lateral parapatelar a patela é deslocada medialmente. O local de fixação proximal da fásia é cortado e o enxerto rebatido distalmente. O local de fixação à tuberosidade tibial mantém-se. A patela pode ser “virada do avesso” para expor a superfície articular e visualizar o menisco medial. O menisco medial é inspeccionado, o remanescente do ligamento cruzado cranial rupturado e osteófitos são retirados num processo de cosmética da articulação. Se necessário executar uma meniscectomia medial parcial ou total. A cápsula articular lateral é rebatida com um retractor de Hohmann para revelar o côndilo lateral femoral e a fabela. O retractor protege os tecidos moles caudais à articulação, nomeadamente a artéria poplítea. Faz-se uma incisão/perfuração no ligamento femoro-fabelar até ao compartimento caudal da articulação,

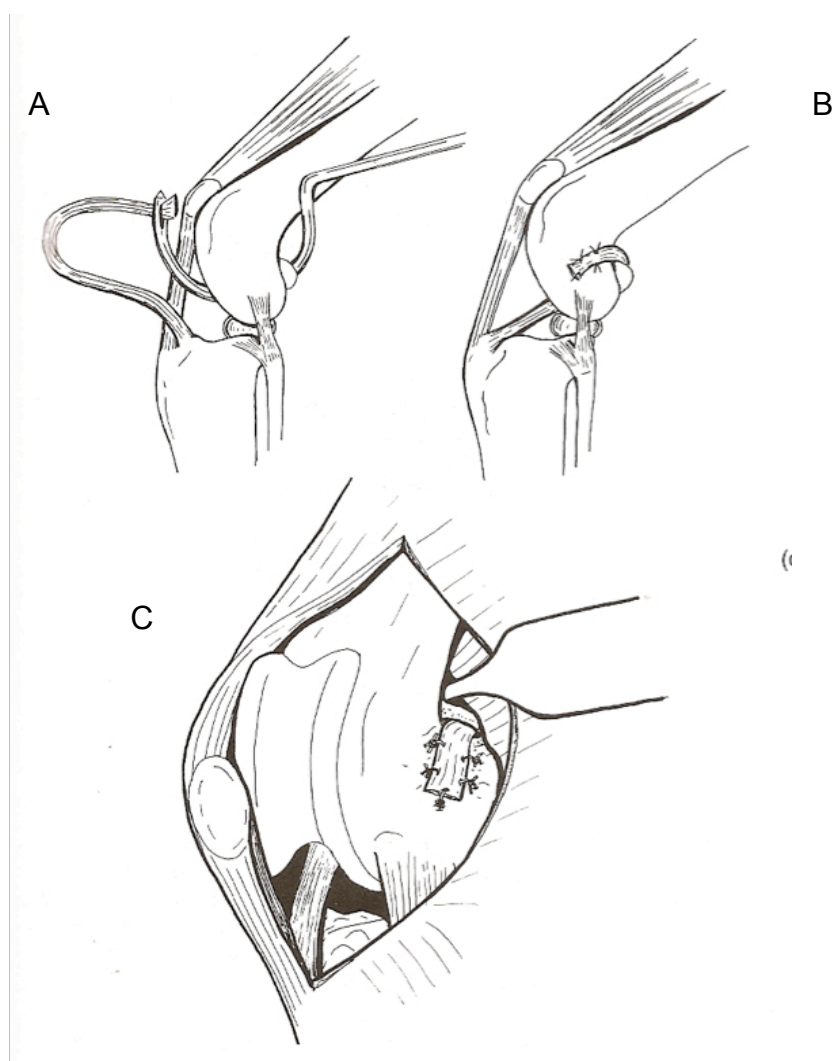
o joelho é flexionado e o passa-fios apropriado é inserido através da incisão, passando pela fossa intercondilóide, e direccionado até ao compartimento cranial da articulação. O enxerto é passado através do olho do passa-fios (Figura 35B).

Figura 35 – Técnica cirúrgica *Over-the-Top* (OTT) (Denny & Butterworth, 2000)



O enxerto é passado através da articulação, retirando o passa-fios pelo mesmo trajecto por onde entrou (figura 36A). O enxerto é esticado e apertado firmemente com o membro em extensão. O enxerto é então suturado, sobre o côndilo lateral femoral, à fáscia e perióstio (figura 36B e 36C). Verifica-se então se o movimento de gaveta foi abolido. A patela é reposta no sulco troclear e a cápsula articular e fáscia são suturadas.

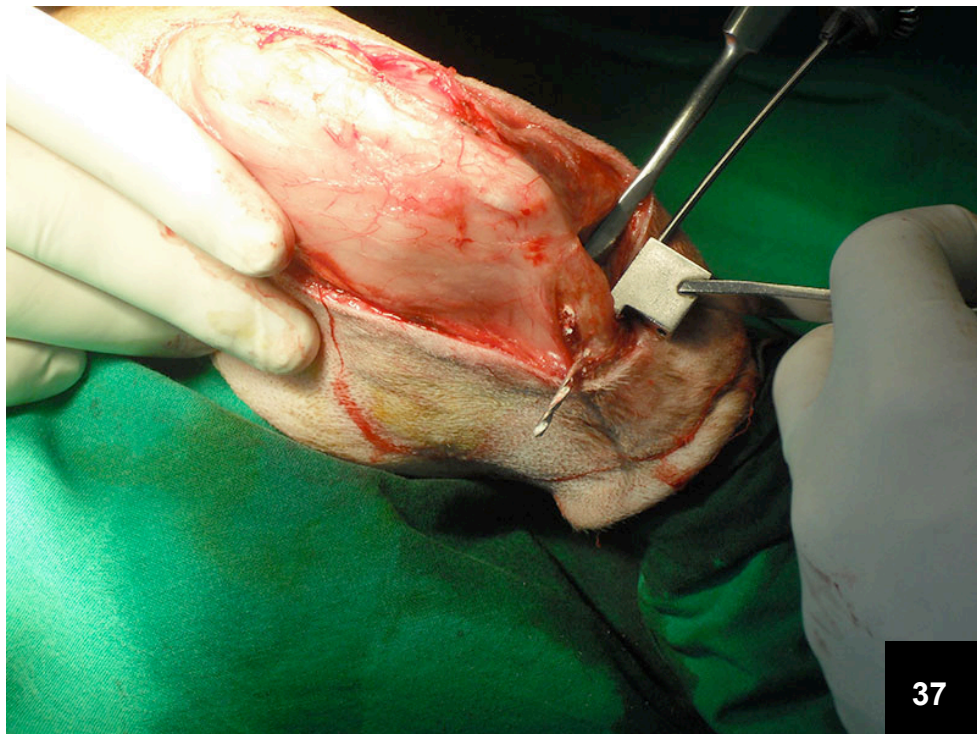
Figura 36 - Técnica cirúrgica *Over-the-top* (OTT) *continuação* (Denny & Butterworth, 2000)



No fim da cirurgia, um penso de suporte é aplicado. O exercício é restrito a curtos passeios, sem esforço por um período de 12 semanas, para que o enxerto passe pela fase de maturação sem complicações. Os cães começam a suportar peso no membro 10-14 dias após a intervenção, às 6 semanas a função costuma ser razoável, atingindo níveis compatíveis com recuperação total às 12-16 semanas (Denny & Butterworth, 2000).

**Técnica de ancoragem com Fastin Anchor® (grupo 2):** Aos 9 cães do grupo 2 foi implantada uma âncora intracapsular. A técnica de implantação da âncora e o posicionamento das suturas de poliéster no interior da articulação são descritas de seguida. Após exposto o bordo cranial da tibia, perfurar dois túneis transversais na tuberosidade anterior da tibia. Os túneis de 2 mm de diâmetro ficam espaçados entre si por aproximadamente 1 cm (Figura 37).

Figura 37 – Túneis transversais



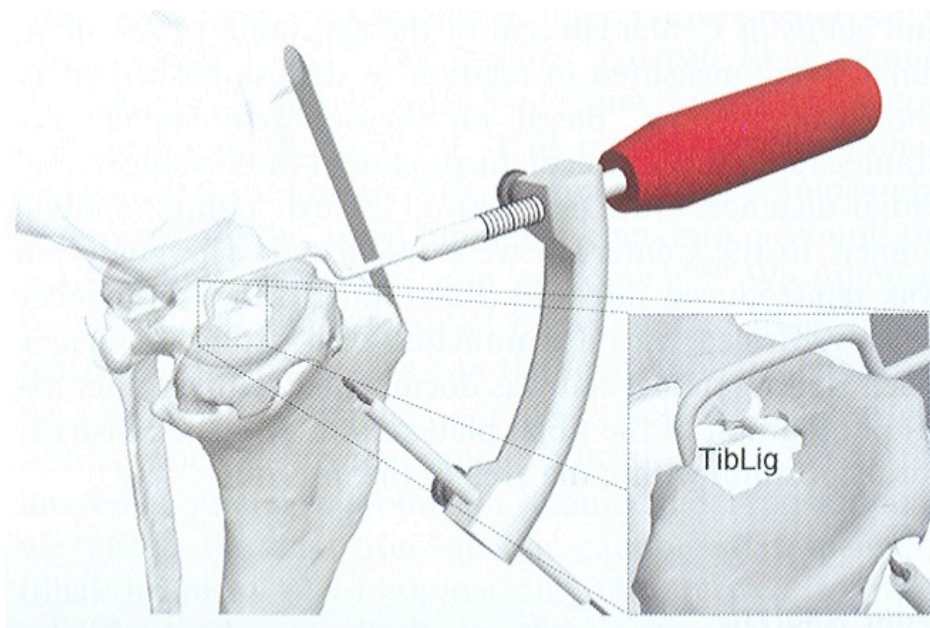
Após efectuada a artrotomia lateral, ficando a articulação exposta, criar um terceiro túnel na tibia (Figura 38), com origem na área intercondilóide cranial do plateau tibial, na zona de inserção do LCC, e com saída na face medial da tibia, sensivelmente 1 cm dorsal à entrada do primeiro túnel transversal feito previamente. A execução do 3º túnel também foi testada, num caso, no sentido contrário, ou seja, da face medial da tibia na direcção da área intercondilóide cranial do plateau, com vista a apurar a técnica para uso com artroscopia. Quando se usa esta segunda vertente de perfuração, utiliza-se este mesmo túnel para inserir a broca de menor diâmetro que fará a pré perfuração guia, na fossa intercondilóide do fémur, para implantação da âncora.

Figura 38 – 3º túnel tibial



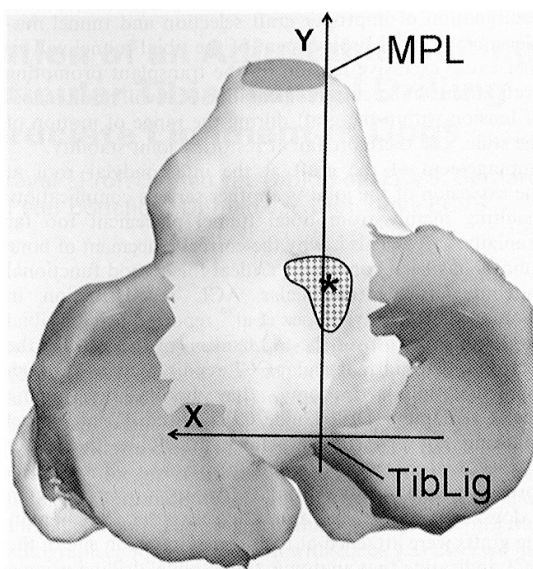
Uma razão apontada à falha no restabelecimento da cinemática do joelho, observada nas antigas técnicas intra-articulares, poderá estar relacionada com a má disposição dos túneis ósseos. O posicionamento errado, do túnel tibial, poderá causar tanto tensão excessiva no implante, predispondo à ruptura do mesmo, como tensão diminuída, não alcançando estabilidade articular. A compressão do enxerto ou implante, no tecto da fossa intercondilóide, durante a extensão é outra complicação que resulta do posição excessivamente cranial do túnel tibial. É por esta razão que, em medicina humana, a posição correcta dos túneis ósseos é crítica para uma bom resultado funcional após reparação intra-articular do LCA. Assim, os túneis devem ser planeados de maneira a posicionar a prótese o mais isometricamente possível. Mesmo para cirurgiões ortopédicos experientes, a perfuração livre do túnel tibial na direcção extra para intra-articular, leva a erros significativos de posicionamento. São, por isso, usados rotineiramente, em medicina humana, dispositivos especialmente desenhados para orientar a disposição dos túneis com recurso a marcos anatómicos identificados por artroscopia. Tais dispositivos foram já testados e desenvolvidos, para a espécie canina, em medicina veterinária recentemente. O dispositivo (figura 39) tem como marcos anatómicos no cão, para definir o local de inserção do LCC na tíbia, o ligamento meniscotibial caudo-medial e o bordo medial do ligamento patelar (figura 40) (Winkels, Werner, Grevel, Oechtering & Bottcher, 2010).

Figura 39 – Dispositivo de apontamento do túnel tibial e sua utilização (Winkels et al., 2010)



A ponta do dispositivo é inserida na articulação através de um portal medial de trabalho. Controlando artroscópicamente, o gancho é colocado no bordo cranial do ligamento meniscotibial caudal do menisco medial (**TibLig**), logo atrás do tubérculo intercondilóide medial.

Figura 40 – Esquema do sistema de coordenadas ortogonais para aferir o local anatômico de inserção do LCC (Winkels et al., 2010)



O eixo dos **y** (eixo crânio-caudal) alinha com ligamento meniscotibial caudo-medial (**TibLig**) e com o bordo medial do ligamento patelar (**MPL**); **Área pontilhada**: local de inserção do LCC; **\***: centro de inserção do LCC; eixo dos **x** (eixo médio-lateral)

No presente estudo, não foi, no entanto, utilizado nenhum dispositivo do género para auxílio da perfuração. Este factor não foi no entanto crucial para o resultado final, uma vez que em todos os casos, excepto um, o sentido da perfuração foi intra para extra-articular, devido à artrotomia realizada. Em todo o caso, e sendo intenção do estudo o planeamento da execução futura da técnica por artroscopia, é relevante referir, a ser usada a técnica por via artroscópica, que será importante incluir um dispositivo ajustável de apontamento do túnel tibial.

A implantação da âncora de titânio de 5 mm faz-se na parte caudolateral da fossa intercondilóide do fémur (figura 41).

Figura 41 – Implantação da âncora

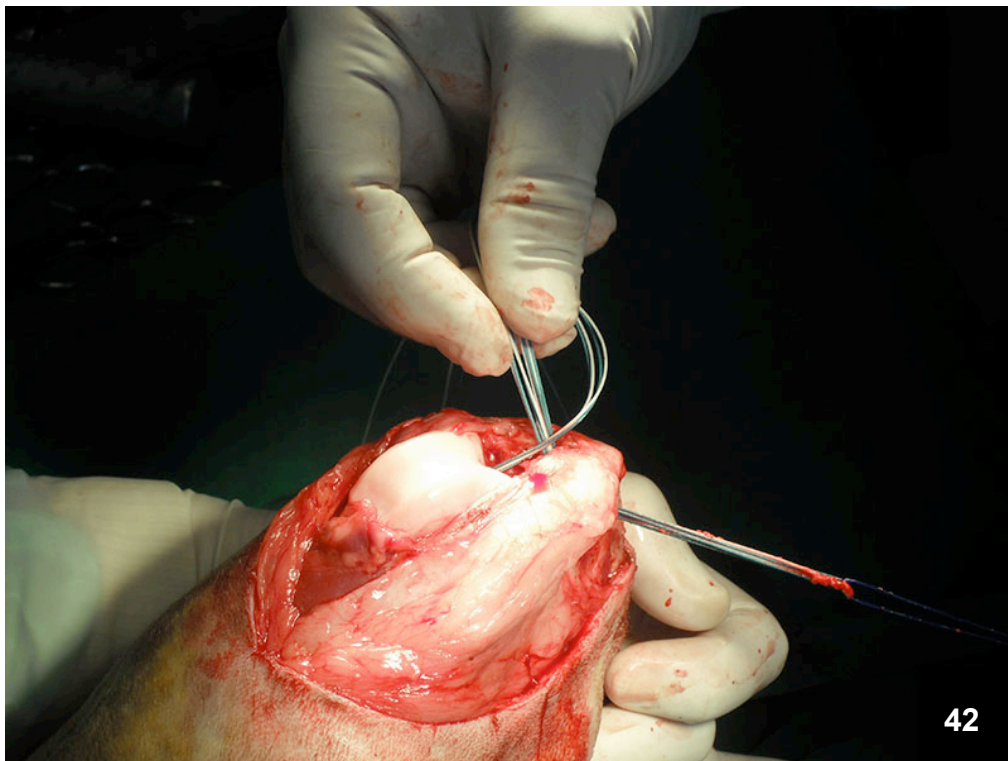


Como referido anteriormente, pode ser necessário proceder a uma pré-perfuração quando a densidade óssea do local a implantar a âncora é elevada. Neste caso fazer uma perfuração guia com menos 0,5 – 1,5 mm em relação ao diâmetro da âncora, ou seja, usando uma broca de 4,5 – 3,5 mm. Quando a cânula de inserção contacta com o osso e a âncora não avança mais, rodar mais 2 a 5 vezes no sentido dos ponteiros do relógio de modo a que esta se separe automaticamente da âncora.

Retirar a cânula, ficando desta forma as 2 suturas de poliéster expostas no interior da articulação. Com recurso a um fio de sutura Premilene® # 1, que se insere na entrada do 3º túnel na face medial da tíbia, fazer um “passa fios” e inserir ao longo do túnel até à

articulação. Passar os fios de sutura de poliéster pelo 3º túnel, com o auxílio do “passa fios” de modo a saírem na face medial da tibia as 4 pontas correspondentes (Figura 42). A ser utilizada por artroscopia este passo da técnica cirúrgica não é necessário, já que ao retirar a cânula de inserção da âncora, que foi inserida anteriormente pelo 3º túnel tibial, as suturas de poliéster mantêm-se na posição do seu trajecto de saída, ou seja, ficam posicionadas correctamente no interior da articulação e do túnel tibial, com as respectivas pontas à saída do túnel na face medial da tibia.

Figura 42 – Passagem das suturas de poliéster pelo 3º túnel



À saída do 3º túnel identificar as suturas. Separar as 4 pontas correspondentes aos 2 fios, de modo a formar 2 conjuntos cada um com uma ponta verde e uma branca. Com o auxílio de um fio Premilene® # 1, passar cada conjunto de duas pontas pelas respectivas entradas mediais dos 2 túneis transversais, efectuados no início do procedimento, de modo a que saiam na face lateral da tibia (Figura 43 e 44).

Figura 43 – Passagem das suturas de poliéster pelos túneis transversais

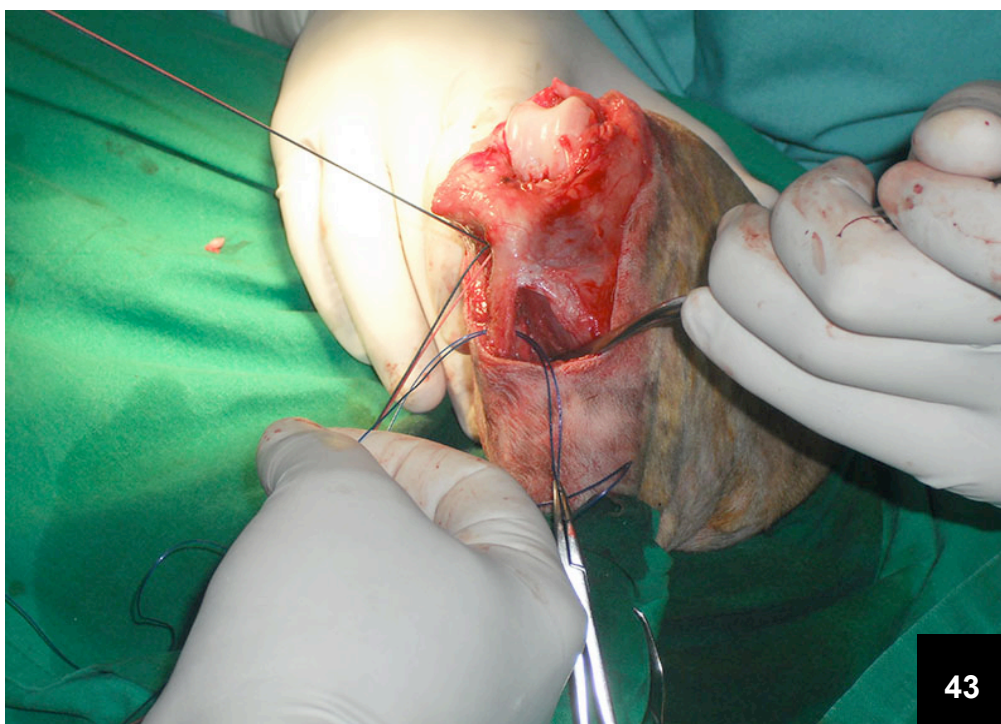
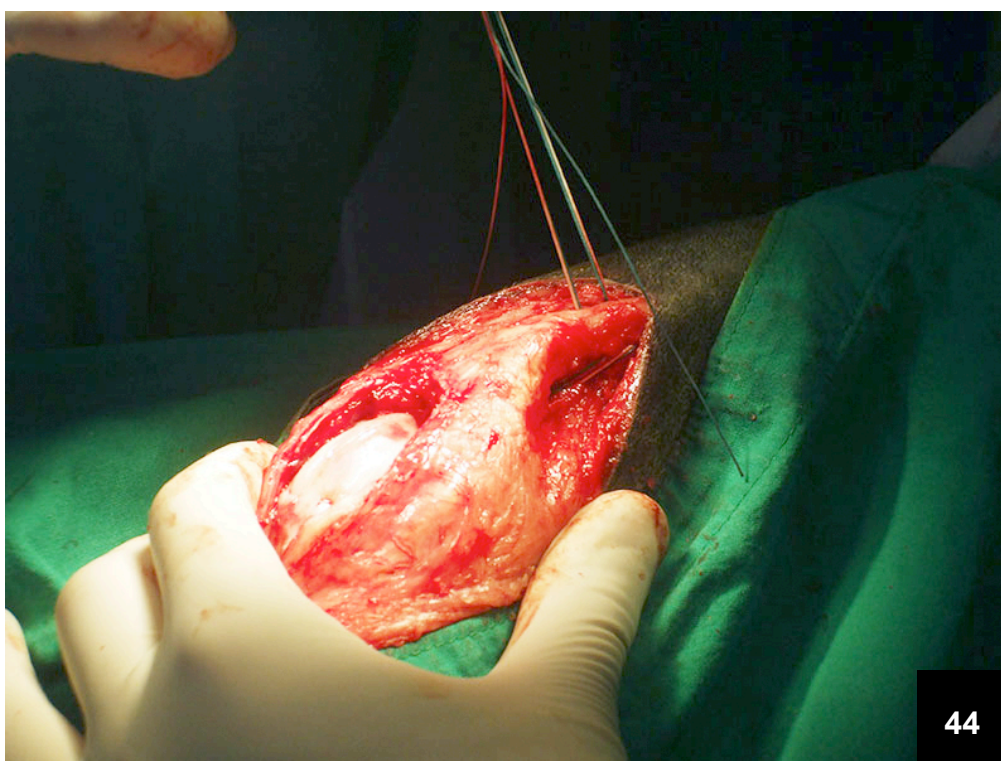


Figura 44 - Aspecto dos dois conjuntos de pontas das suturas, na face lateral da tíbia, após passagem pelos túneis transversais



Uma configuração fiável para a execução de um nó é a sobreposição de nós quadrados. Nós de cirurgião devem ser evitados na estabilização extra-articular, pois o nó provou reduzir a rigidez da sutura. As suturas de poliéster aqui utilizadas, por serem multifilamentadas e trançadas, possuem melhores propriedades para a manutenção do nó do que os materiais monofilamentados (Fossum, 2008). Procedeu-se assim ao atar dos dois conjuntos de pontas, recorrendo-se à sobreposição de 5 nós quadrados, com a articulação do joelho em extensão (Figura 45 e 46). Para maior segurança um sistema de clampagem, tipo serra-fios, poderá ser usado no fechamento dos fios de sutura, não tendo sido contudo utilizado neste estudo.

Relativamente às técnicas de estabilização por suturas laterais, foi determinado que durante a fase de flexão existe um pico de tensão na sutura. Este pico pode levar à ruptura da sutura ou alongamento irreversível, pelo que é recomendado atar a sutura lateral com o joelho em ligeira extensão, aproximadamente 100°. Ângulos de 70° ou menos graus da articulação, no momento de atar os nós, podem ser ineficazes em estabilizar a articulação na fase ambulatória de extensão, não sendo por isso recomendados (Fisher, Cherres, Grevel, Oechtering & Bottcher, 2010). O modo de posicionamento da articulação, empregue na técnica que fez uso da Fastin Anchor®, como dito anteriormente, no momento dos fechamento das suturas, foi por isso executado de acordo com o indicado no estudo anterior, ou seja em extensão. Embora a âncora seja posicionada intra-articularmente, e as suturas corram dentro da articulação, o nó é dado extracapsularmente e logo as alterações de tensão que ocorrem nas suturas, durante as fases de flexão e extensão, serão provavelmente semelhantes aos métodos extracapsulares.

Figura 45 –nó das suturas de poliéster

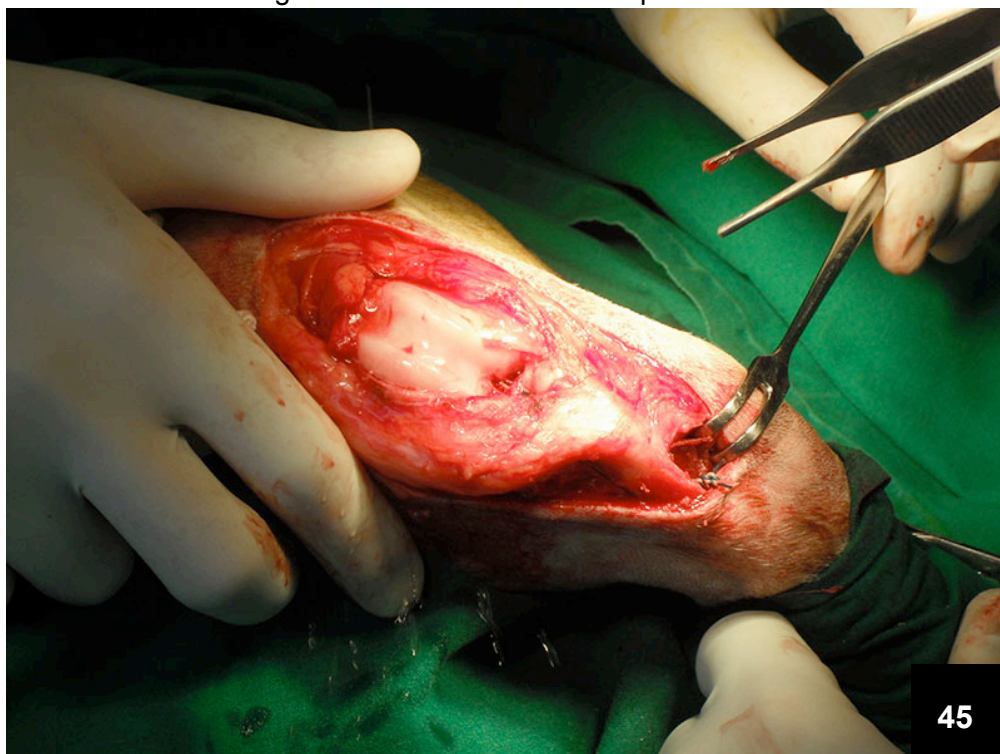
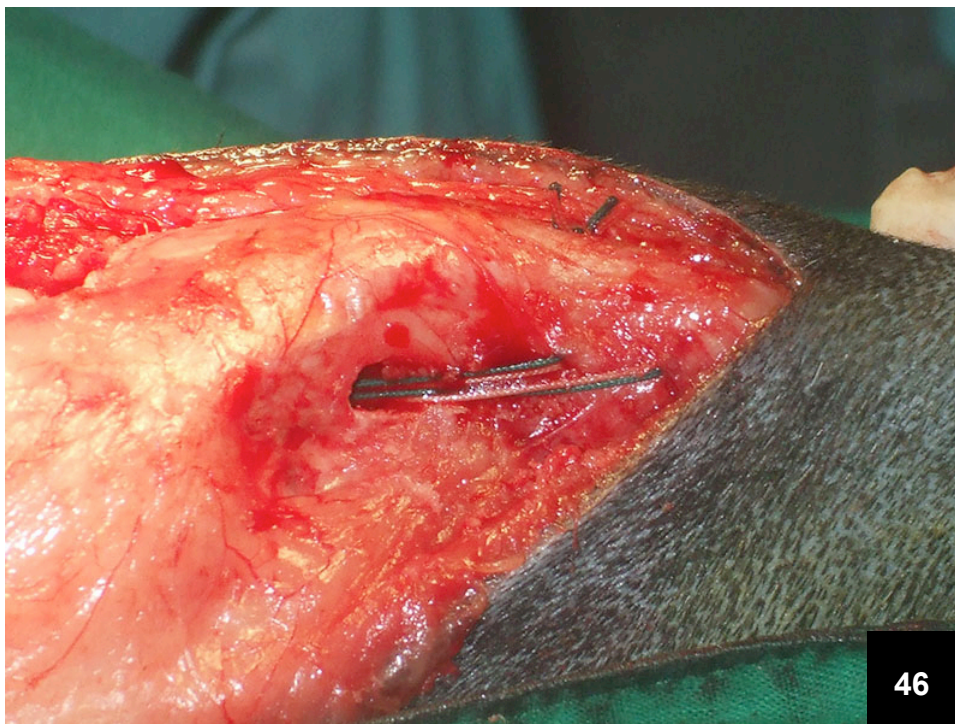


Figura 46 – Aspecto final dos túneis, suturas no seu interior e nó na face lateral da tibia



As 2 suturas de poliéster USP 2 ficam dispostas no interior da articulação numa posição idêntica à do LCC normal, mimetizando a sua função (Figura 47). Foram, no final de algumas intervenções cirúrgicas, feitas radiografias de controlo de posicionamento da Fastin Anchor® (Figura 48).

Figura 47 – Aspecto das suturas não absorvíveis de poliéster no interior da articulação

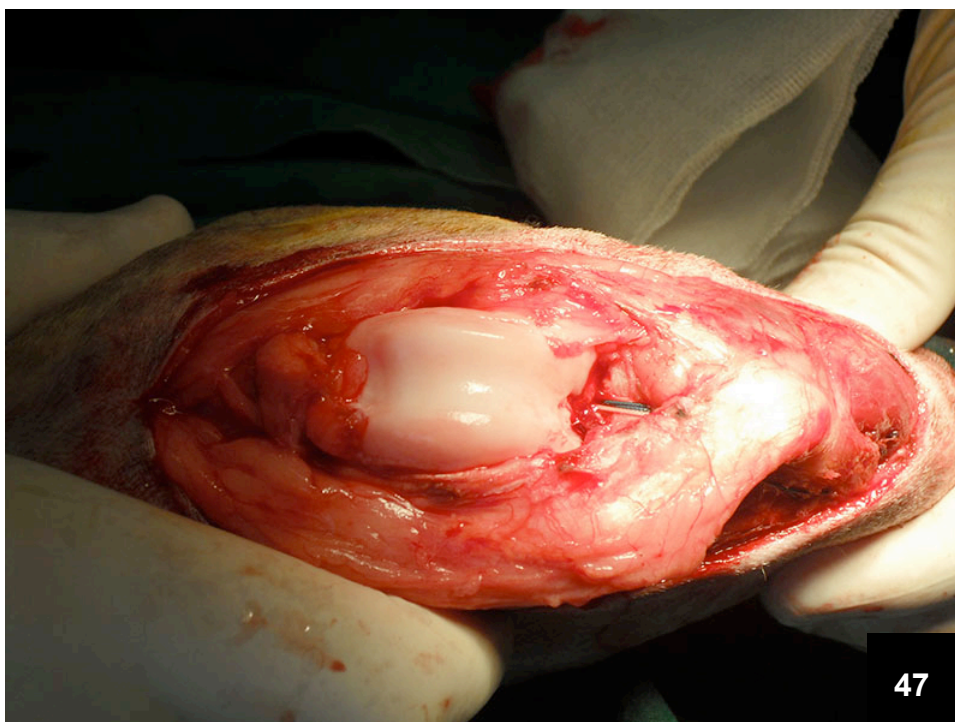
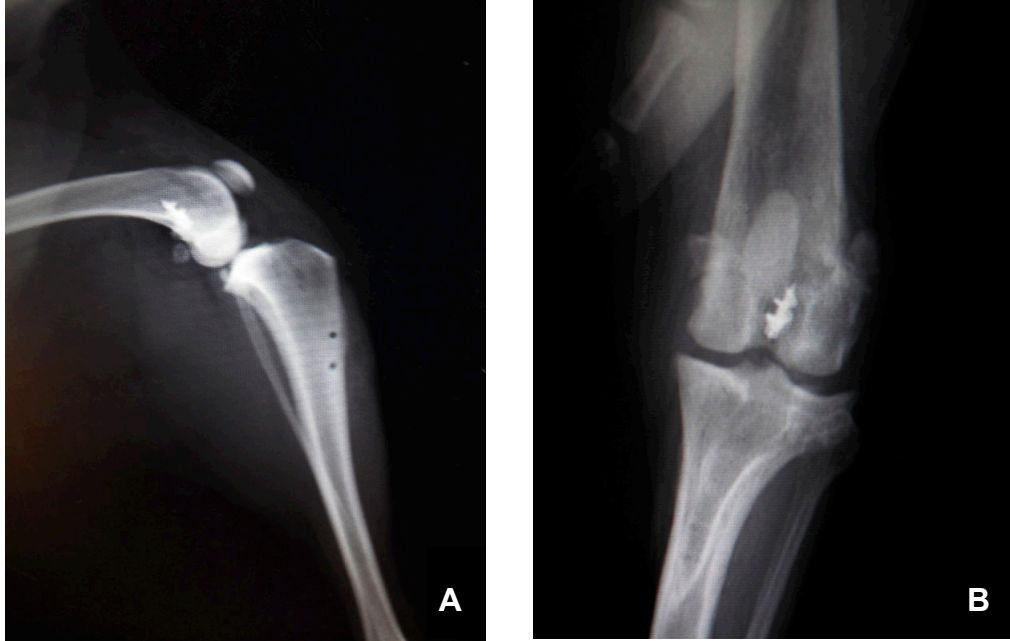


Figure 48 – controlo radiográfico do local de implantação da prótese



**A** – projecção médio-lateral da articulação do joelho esquerdo. Notar os orifícios radiolucidos próximos ao bordo cranial da tíbia, correspondentes aos 2 túneis transversais e a âncora de titânio radiopaca, que nesta projecção tem o vértice sensivelmente ao nível da tuberosidade supracondilar lateral **B** – projecção radiográfica cranio-caudal do joelho esquerdo de outro paciente. Âncora radiopaca inserida caudo-lateralmente na fossa intercondilóide do femur

Um resumo da técnica de ancoragem utilizada está descrito por esquema na figura 49.

Figura 49 – Esquema exemplificativo da implantação da prótese (adaptado por Contel-Martins de Johnson D. , 1995)

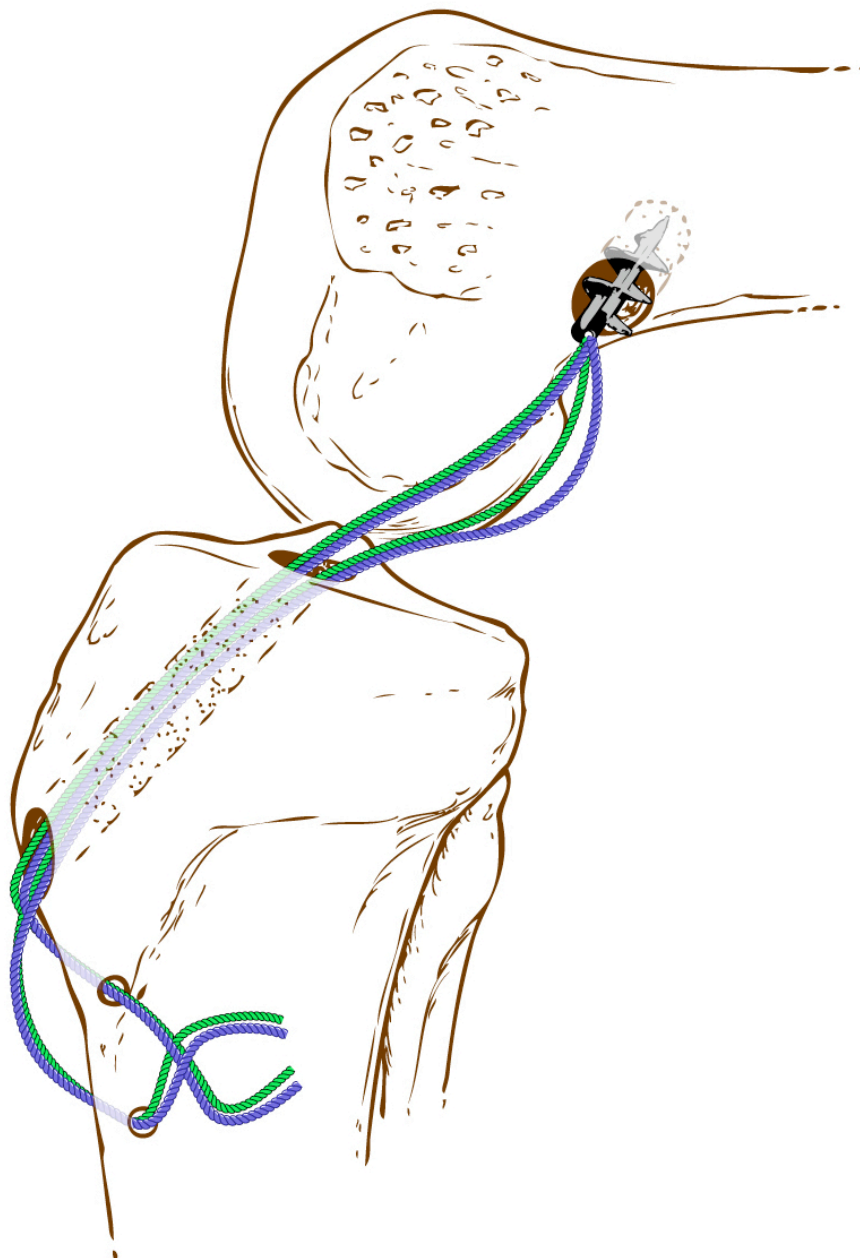


Ilustração adaptada de um desenho técnico que exemplificava os túneis, numa tíbia humana, para implantação de um ligamento artificial de Gore-Tex. **Vista medial** da articulação femorotibial. O **côndilo medial foi retirado** para melhor representação do local de inserção da âncora. A imagem foi alterada de modo a exemplificar a passagem dos fios de sutura pelo túnel ósseo. Uma imprecisão neste esquema deriva dos dois conjuntos de pontas, das 2 suturas, não passarem pelos túneis transversais no sentido lateral-medial, como aqui representado, mas sim no sentido medial-lateral.

### **3.2.3.4 Procedimentos do pós-operatório**

Aos doentes, posteriormente à cirurgia, foi aplicado um penso compressivo por 24 horas para diminuir a formação de edema, prescrita antibioterapia *per os* (cefalosporina de 1ª geração) e aplicação de compressão a frio por períodos de 10 minutos, 5 vezes ao dia, na zona da incisão/articulação do joelho, nos dias que se seguiram à intervenção cirúrgica.

### **3.2.3.5 Avaliação a curto-médio prazo**

A claudicação ou função comprometida de um membro, em canídeos, causada por doença, dor ou trauma é manifestada por um amplo leque de sinais clínicos, desde pequenas alterações na marcha, que podem passar despercebidas, até completa inutilização do membro afectado. A análise da marcha, em plataforma de movimento, é uma técnica reconhecida como sendo precisa e objectiva na avaliação da função dos membros, tanto em medicina humana como veterinária. Foi provado que pode ser uma ferramenta de valor dedutivo para aferir níveis de dor, doença e recuperação (regeneração). Com este sistema, baseado na análise das forças exercidas, contra o piso, pelos membros em fase de ambulação, vários valores podem ser medidos. Valores como o pico de força (força máxima aplicada pelo membro durante a fase de sustentação de peso) e o impulso (força total aplicada ao longo do tempo) no eixo vertical são as variáveis mais comuns, utilizadas, para aceder ao grau de claudicação (Quinn, Keuler, Lu, Faria, Muir, & Markel, 2007).

Métodos subjectivos têm sido, no entanto, amplamente utilizados na prática veterinária, para o mesmo efeito de avaliação do grau de claudicação. Estes sistemas de pontuação subjectiva podem ser úteis, principalmente em clínica privada, quando não é possível dispor de um aparelho de análise de marcha por razões óbvias financeiras (Quinn, et al., 2007). Estes métodos de classificação do grau de claudicação estão, no entanto, sujeitos à percepção individual e subjectiva do observador. O clínico pode observar e documentar vários parâmetros tais como a duração de fase de suporte de peso no membro, comprimento do passo e amplitude de movimento da articulação. Existem dois sistemas subjectivos, largamente usados, de pontuação do grau de funcionalidade/clauidicação dos membros. O primeiro corresponde às escalas de classificação numérica. Neste sistema são, previamente, descritas várias condições/classes de funcionalidade do membro. Normalmente as divisões são limitadas a 4 – 5 grupos descritivos. Após observação por parte do clínico, o estado do animal é comparado com as grelhas de classificação e inserido no perfil que melhor o caracterize, ainda que por aproximação. O segundo sistema equivale às escalas visuais analógicas. Neste último modo, a função do membro é assinalada ao longo de uma linha, normalmente de 100 mm, em que um extremo da linha corresponde à

categoria “cl clinicamente normal” enquanto o outro corresponde à situaçāo oposta, ou seja, “nāo sustenta peso no membro” (Waxman et al., 2008).

No presente trabalho, recorreu-se a uma escala numérica, que faz uso uma variável descontínua, para classificar o estado de funçāo do membro afectado, por RLCC, no período pós-operatório. Após recolha e análise cuidada do histórico clínico de cada animal, tendo sido dada especial atençāo ao exame ortopédico, foi atribuída uma classificaçāo ao nível de claudicaçāo correspondente ao momento de cada consulta de seguimento pós cirurgia. A escala utilizada possuía 6 níveis de pontuaçāo: 0 = clinicamente normal, 1 = claudicaçāo praticamente imperceptível, 2 = claudicaçāo leve, 3 = claudicaçāo moderada, 4 = claudicaçāo severa (nāo apoia o membro a trote) e 5 = nunca apoia o membro (*adaptado* de Quinn, et al., 2007).

### **3.2.3.6 Avaliaçāo a longo-termo**

Foi ainda realizado um questionário por telefone (Tabela 3), dirigido aos donos dos animais do grupo 2, no qual a Fastin Anchor® foi implantada, para confrontar a condiçāo actual do animal.

Tabela 3 – Modelo do questionário dirigido aos proprietários dos animais (*adaptado* de Renwick et al., 2009)

---

<b>Parte 1 (antes da ruptura do LCC)</b>
• 1.1 Qual era o nível de actividade do seu cāo? (1-nenhum; 5-muito activo)
<b>Parte 2 (antes da cirurgia - com ruptura LCC)</b>
• 2.1 Como caracteriza o grau de limitaçāo do seu cāo antes da cirurgia? (1-nenhum; 5-limitaçāo completa)
• 2.2 O seu cāo conseguia saltar bem, por exemplo para um carro? (1-incapaz; 5-sem problema)
<b>Parte 3 (depois da cirurgia - situaçāo actual)</b>
• 3.1 Qual o grau de limitaçāo do seu cāo neste momento? (1-nenhum; 5-limitaçāo completa)
• 3.2 O seu cāo consegue saltar bem, por exemplo para um carro? (1-incapaz; 5-sem problema)
• 3.3 Qual é o nível de actividade do seu cāo? (1-nenhum; 5-muito activo)

---

### **3.2.3.7 Análise de resultados**

O carácter retrospectivo do estudo e a respectiva informaçāo que esteve disponível limitou o tratamento de dados a parâmetros descritivos tais como proporçōes, médias, desvio padrāo e intervalos inter-quartis.

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Avaliação da amostragem

No universo estudado 47,4% dos casos pertenciam ao sexo masculino (n=9/19), enquanto 52,6% pertenciam ao sexo feminino (n=10/19) (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição dos géneros no estudo

Sexo	Nº de casos	% de casos
<b>Masculino</b>	9	47,4
<b>Feminino</b>	10	52,6
<b>Total</b>	19	100

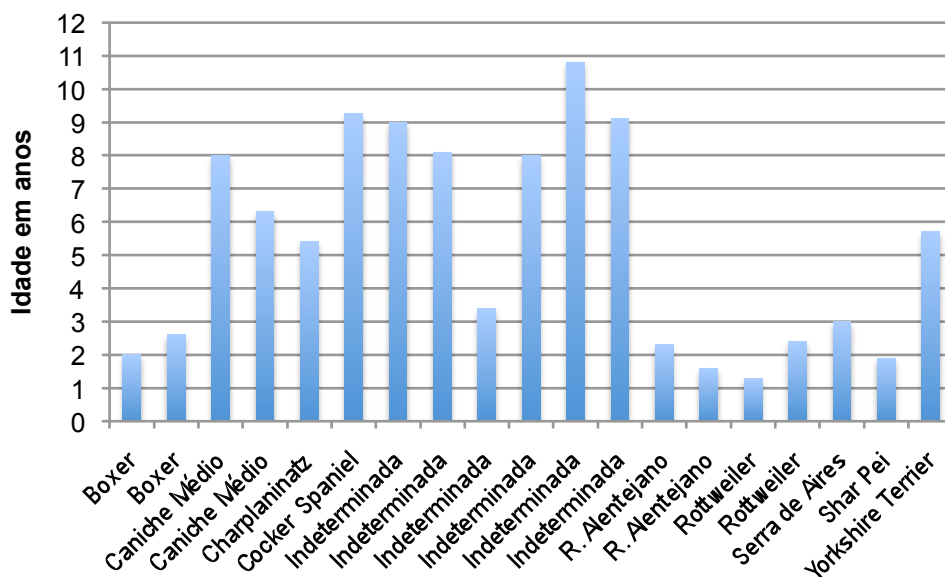
No que diz respeito à distribuição por raças, a que obteve maior expressão foi a raça indeterminada com 31,5% (n=6/19) dos casos. Dentro do grupo das raças definidas, ao todo 9 raças, as que tiveram maior representação foram as raças Boxer, Caniche Médio, Rafeiro Alentejano e Rottweiler, cada uma com 10,5% dos casos (n=2/19) (Tabela 5).

Tabela 5 – Distribuição dos casos por raças em ordem alfabética

Raça	Nº de casos	% de casos
Boxer	2	10,5
Caniche médio	2	10,5
Charplaninatz	1	5,3
Cocker Spaniel	1	5,3
Indeterminada	6	31,5
Rafeiro Alentejano	2	10,5
Rottweiler	2	10,5
Serra de Aires	1	5,3
Shar Pei	1	5,3
Yorkshire Terrier	1	5,3
<b>Total</b>	19	100

A idade média em anos, calculada a partir dos resultados do gráfico 1, em que se verificou a primeira intervenção de RLCC, foi de 5,27 anos.

Gráfico 1 - Distribuição das idades de ocorrência de RLCC



Dos 19 pacientes, 63,2% (n=12/19) apresentaram RLCC unilateral, enquanto 36,8% (n=7/19) desenvolveram no tempo RLCC no membro contralateral (tabela 6). De notar que as duas cadelas esterilizadas existentes no estudo apresentaram ambas RLCC bilateral no tempo. Não existem machos castrados no estudo.

Tabela 6 – Distribuição dos casos por modalidade de RLCC

RLCC	Nº de casos	% de casos
<b>Unilateral</b>	12	63,2
<b>Bilateral</b>	7	36,8
<b>Total</b>	19	100

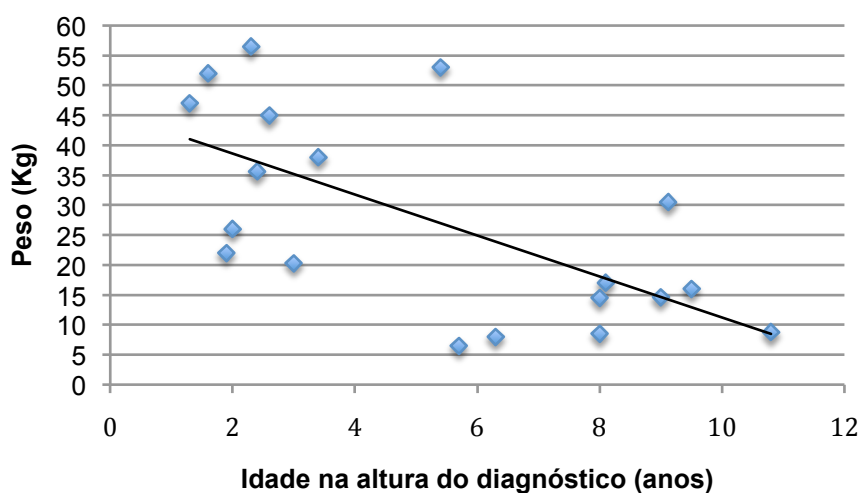
Por ser difícil determinar, com precisão, a altura exacta de RLCC dos pacientes, salvo em situações agudas, foi atribuída maior relevância às data do diagnóstico na consulta. A média do intervalo entre o diagnóstico de ruptura para o LCC esquerdo e LCC direito, ou vice-versa, foi de 64,85 semanas (Tabela 7).

Tabela 7 – Relação temporal entre RLCC bilateral

Raça/Sexo	Intervalo temporal referente ao momento de diagnóstico de RLCC e RLCC contralateral
Boxer fêmea	36 semanas
Caniche Médio macho	40 semanas
Indeterminada fêmea	52 semanas
Indeterminada macho	144 semanas
Rottweiler macho	72 semanas
Serra de Aires fêmea esterilizada	110 semanas
Shar Pei fêmea esterilizada	0 semanas
<b>Média</b>	<b>64,85 semanas</b>

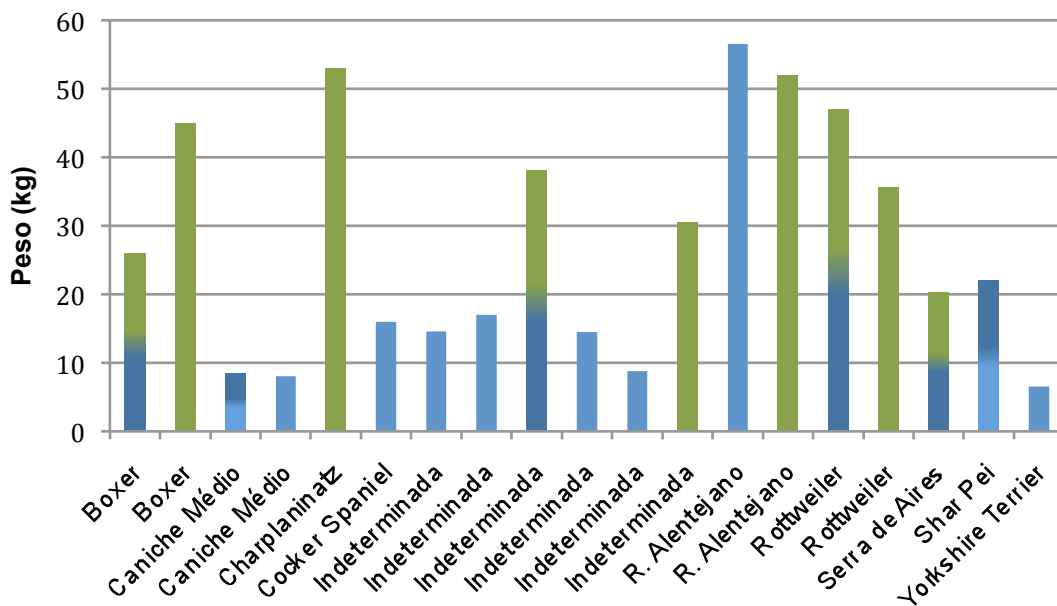
A idade na altura de diagnóstico de RLCC revelou relacionar-se inversamente com o peso do animal (Gráfico 2). Cães com  $\geq 22\text{kg}$  tiveram uma média de 3,2 anos enquanto que cães com  $< 22\text{kg}$  apresentaram uma média de 7,6 anos no momento de diagnóstico de RLCC.

Gráfico 2 - Idade do diagnóstico de RLCC e relação com o peso do animal



A média dos pesos relativamente aos animais do grupo 1, onde foi utilizada a técnica OTT, foi de  $20,88 \pm 14,58$  kg. A média dos pesos referente aos animais do grupo 2, onde foi utilizada a prótese sintética, foi de  $38,6 \pm 10,54$  kg (gráfico 3).

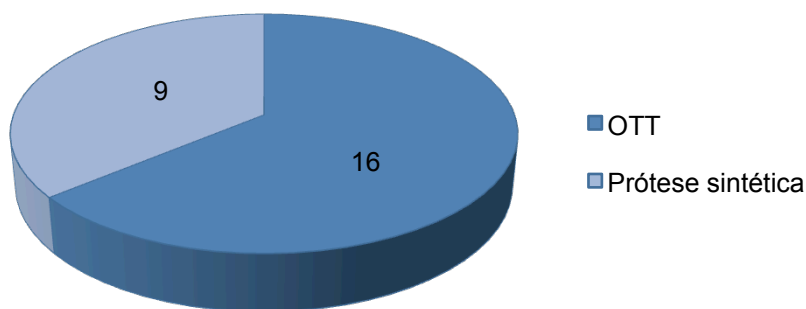
Gráfico 3 – Distribuição dos pesos dos animais dos grupos 1 e 2.



**Barras verdes** – cães em que foi utilizada prótese sintética Fastin Anchor®; **Barras azuis** – cães em que foi utilizada OTT; **Barras verdes/azuis** – paciente com RLCC bilateral submetido primeiro a OTT num membro e mais tarde a prótese sintética Fastin Anchor® no outro membro; **Barras azuis/azuis** – paciente com RLCC bilateral submetido a OTT nos dois membros

A relação entre o número de cirurgias do grupo 1 (OTT) e cirurgias do grupo 2 (Fastin Anchor®) variou consideravelmente. O grupo 1 teve uma expressão de 64% (n=16/25) das cirurgias enquanto o grupo 2 teve uma cotação de 36% (n=9/25) (gráfico 4).

Gráfico 4 – Relação entre cirurgias OTT realizadas e próteses sintéticas implantadas



### 3.1.2 Avaliação dos resultados no período pós-cirúrgico a curto-médio prazo

A análise das fichas clínicas, individuais de cada animal, permitiu atribuir um grau de claudicação de 0 a 5 numa escala numérica descontínua para cada consulta de seguimento (0 = clinicamente normal; 1 = claudicação praticamente imperceptível; 2 = claudicação leve; 3 = claudicação moderada; 4 = claudicação severa em que não apoia o membro a trote e 5 = nunca apoia o membro). Foram registadas as alterações nos níveis de claudicação ao longo do período pós-operatório, para o grupo 1 e 2 (Tabelas 8, 9 e 10), com recurso a esta escala numérica de avaliação subjectiva efectuada pelo observador.

Tabela 8 – Acompanhamento pós-cirúrgico do grupo 1, submetido a OTT

Raça	Sexo	Peso	Idade	RLCC	Nível de claudicação	Dados adicionais
Indeterminada (-)	M	14,6kg	9 A	Dir C	6d-3;9d-3;13d-3;40d-2;50d-1	claudicava há 3 dias do PD; estável de RLCC esq há 3 anos
Rottweiler (*)	M	47kg	1,3 A	Dir C	14d-3;90d-1;115d-1	Dificuldade de locomoção nos MA. Cirurgia OCD úmero-rádio-ulnar
Rafeiro Alentejano	F	56,6kg	2,3 A	Dir C	10d-4;13d-4;35d-3	Claudicava há um dia do PD;
Boxer (*)	F	26kg	2 A	Esq C	8d-4;13d-3;20d-4;30d-4;60d-3;90d-2	Claudicava há 40 dias do PE; LMM e meniscectomia
Indeterminada	F	17kg	8,1 A	Dir C	9d-4;15d-3;35d-3;95d-1;210d-2;235d-1	Claudicava há 4 meses; episódios recorrentes de claudicação. Melhora com anti-inflamatórios
Indeterminada (*)	F	38kg	3,4 A	Dir C	10d-4;38d-4;50d-3;65d-3;85d-3;205d-2;325d-1	Claudicava do PD há 3 meses
Yorkshire Terrier	M	6,5kg	5,7 A	Esq C	8d-4;20d-4;42d-2;53d-1;68d-0	Claudicava do PE há 20 dias; luxação medial da rótula
Cocker Spaniel	M	16kg	9,25 A	Dir C	8d-4;14d-3;30d-3;90d-1	Episódios recorrentes de claudicação leve

Tabela 9 - Acompanhamento pós-cirúrgico do grupo 1, submetido a OTT (continuação)

Raça	Sexo	Peso	Idade	RLCC	Nível de claudicação	Dados adicionais
Indeterminada	M	14,5kg	8 A	Esq C	<b>10d-4;45d-3</b>	politraumatizado; FUD; FOE; RLCL; FC;
Caniche Médio (+)	M	8,5kg	8 A	Dir C	<b>8d-4;10d-4;32d-3;47d-2;60d-1;90d-1;210d-0</b>	RLCC contralateral esq mais tarde
Caniche Médio (+)	M	8,5kg	8,9 A	Esq C	<b>8d-4;13d-4;38d-3;53d-2;83d-1</b>	Estável da RLCC Dir; claudica ligeiramente a frio
Indeterminada	F	8,75kg	10,8 A	Esq C	<b>8d-4;32d-3</b>	Claudica há 15 dias
Caniche Médio	M	8kg	6,3 A	Esq C	<b>8d-4;18d-4;32d-3;60d-2</b>	LMM e meniscectomia
Shar Pei (+)	FE	22kg	2 A	Esq C	<b>8d-3;14d-4;39d-3;82d-2</b>	RLCC bilateral à consulta
Shar Pei (+)	FE	22kg	2 A	Dir C	<b>9d-4;13d-4;52d-3</b>	RLCC esq
Serra de Aires (**)	FE	20,3kg	3 A	Dir C	<b>11d-4;30d-3;45d-3;135d-0</b>	RLCC contralateral esq mais tarde

(-) – doente que teve RLCC esq no passado que não entrou no estudo de acompanhamento (\*) – doente que veio a desenvolver RLCC contralateral e que foi incluído também no 2 grupo; (\*\*) – doente que veio a desenvolver RLCC contralateral sendo, também, incluído no grupo 2, mas só para princípios de amostragem e documentação da técnica operatória; **M** – masculino; **F** – feminino; **FE** – fêmea esterilizada; **A** – anos; **Dir C** – direita completa; **Esq C** – esquerda completa; **d** – dias após intervenção cirúrgica; **(+)** - mesmo paciente que desenvolveu RLCC bilateral; **PD** – membro posterior direito; **MA** – membros anteriores; **OCD** – osteocondrite dissecante; **PE** – membro posterior esquerdo; **LMM** – lesão do menisco medial; **FUD** – fractura do úmero direito; **FOE** – fractura do olecrânio esquerdo; **RLCE** – ruptura do ligamento colateral esquerdo; **FC** – fractura das costelas;

Tabela 10 - Acompanhamento pós-cirúrgico do grupo 2

Raça	Sexo	Peso	Idade	RLCC	Nível de claudicação	Dados adicionais
<b>Rottweiler (*)</b>	M	47kg	2,8 A	Esq C	<b>11d-4;32d-3;90d-2;103d-1</b>	OCD cotovelo esq; RLCC dir há 18 meses;
<b>Boxer (*)</b>	F	26kg	2,7 A	Dir C	<b>7d-4;9d-4;70d-3;190d-1</b>	RLCC esq há 36 semanas; RLCL direito
<b>Boxer</b>	M	45kg	2,6 A	Dir C	<b>8d-4;20d-3;95d-1</b>	Doente obeso
<b>Rafeiro Alentejano</b>	M	52kg	1,6 A	Dir C	<b>13d-4;73d-2;145d-1</b>	Claudicava do PD há 20 dias
<b>Rottweiler</b>	F	35,6kg	2,4 A	Esq C	<b>11d-4;35d-3;65d-2;90d-4;98d-3;107d-2;116d-1;126d-3</b>	Claudicava do PE há 2 meses; claudicação recorrente que melhora com anti-inflamatórios
<b>Indeterminada (*)</b>	F	38kg	4,5 A	Esq C	<b>8d-3;14d-3;38d-2;85d-2</b>	RLCC dir há 52 semanas; Claudicava do PE há 3 dias
<b>Charplaninatz</b>	F	53kg	5,4 A	Esq C	<b>8d-4;12d-4;20d-3;87d-2;100d-1;130d-2;160d-1</b>	Claudicava há 4 meses do PE; Recente-se ligeiramente quando o nível de actividade aumenta
<b>Serra de Aires (*)(**)</b>	FE	20,3kg	5,25 A	Esq C	-----	RLCC dir há 110 semanas
<b>Indeterminada (**)</b>	F	30,5kg	9,12 A	Esq C	-----	-----

(\*) – doente com RLCC bilateral que também faz parte do grupo 1 por ter rupturado previamente o LCC contralateral; (\*\*) – doentes incluídos no grupo 2 só para fins de documentação da técnica operatória e caracterização da amostra; **d** – dias após intervenção cirúrgica; **M** – masculino; **F** – feminino; **FE** – fêmea esterilizada; **Esq C** – esquerda completa; **Dir C** – direita completa; **OCD** – osteocondrite dissecante; **RLCL** – ruptura do ligamento colateral lateral; **PD** – membro posterior direito; **PE** – membro posterior esquerdo

### 3.3.3 Avaliação dos resultados a longo prazo do grupo 2

Como referido anteriormente, foi levado a cabo um questionário por telefone, dirigido aos proprietários dos animais incluídos no grupo 2, de modo a aceder à condição actual dos cães submetidos à técnica que fez uso da Fastin Anchor® com suturas de poliéster. As respostas levadas a cabo pelos proprietários estão indicadas na tabela 12, bem como o tempo que mediou entre a cirurgia, que empregou a Fastin Anchor®, e a realização deste questionário, que naturalmente variou entre os casos do grupo 2. Foram ainda relacionadas

as diferentes partes constituintes do inquérito e organizada a informação resultante numa série de gráficos (gráficos 5, 6 e 7).

Tabela 11 – Resultados do inquérito telefónico

Raça	Avaliação a longo termo	Parte	Parte	Parte	Parte	Parte	Parte
		1.1	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3
<b>Rottweiler (*)</b>	9 meses	3	4	2	2	4	3
<b>Boxer (*)</b>	20 meses	5	4	1	2	5	5
<b>Boxer</b>	20 meses	5	3	3	1	5	5
<b>Rafeiro Alentejano</b>	21 meses	3	3	2	1	3	3
<b>Rottweiler</b>	21 meses	4	4	2	2	4	3
<b>Indeterminada (*)</b>	21 meses	4	4	2	2	4	3
<b>Charplaninatz</b>	22 meses	5	4	1	1	4	3

(\*) - doente com RLCC bilateral que também faz parte do grupo 1 por ter rupturado previamente o LCC contralateral

De acordo com os donos, 57,1% (n=4/7) dos animais manteve o seu nível de actividade normal que apresentava antes da RLCC, enquanto 42,9% (n=3/7) viu o seu nível de actividade decair ligeiramente depois da cirurgia (gráfico 5). Em relação ao grau de limitação (gráfico 6) e capacidade de saltar (gráfico 7), todos os animais experimentaram uma redução da limitação associada à RLCC e um aumento da capacidade de saltar no período pós operatório. No gráfico 5, a amplitude inter-quartil referente ao nível de actividade, variou de 5 a 3,5 antes da ruptura, para uma amplitude de 4 a 3 depois da cirurgia. No gráfico 6, a amplitude inter-quartil que reflectiu o grau de limitação com RLCC foi de 4 a 3,5, tendo sido alterada para 2 a 1 depois da intervenção cirúrgica. Finalmente no gráfico 7, o intervalo inter-quartil que reproduziu a situação quanto à capacidade de salto na altura da RLCC foi de 2 a 1,5, tendo sido modificada para 4,5 a 4 na situação actual depois da cirurgia.

Gráfico 5 – Relação entre o nível de actividade

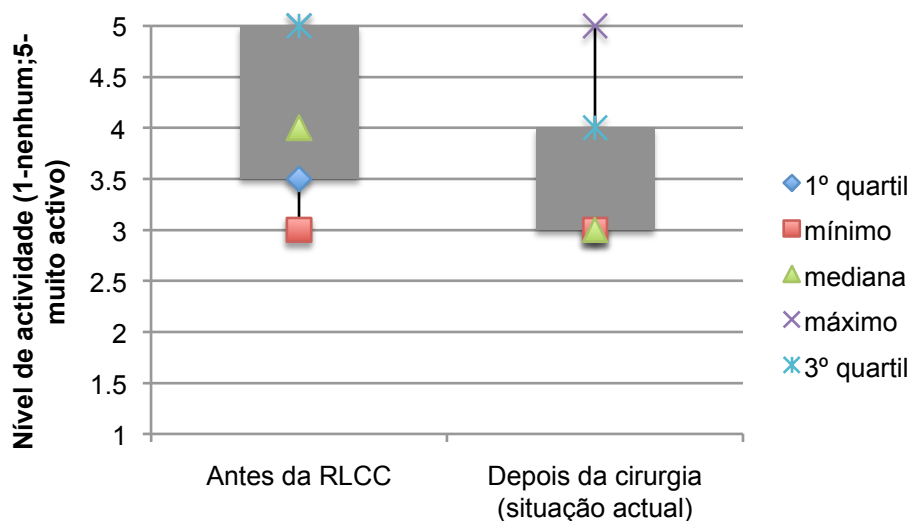


Gráfico 6 – Relação entre o grau de limitação

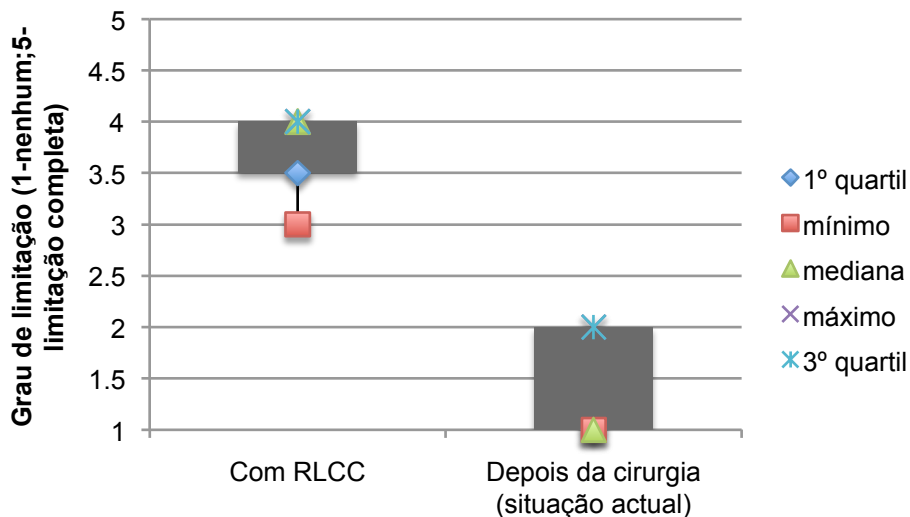
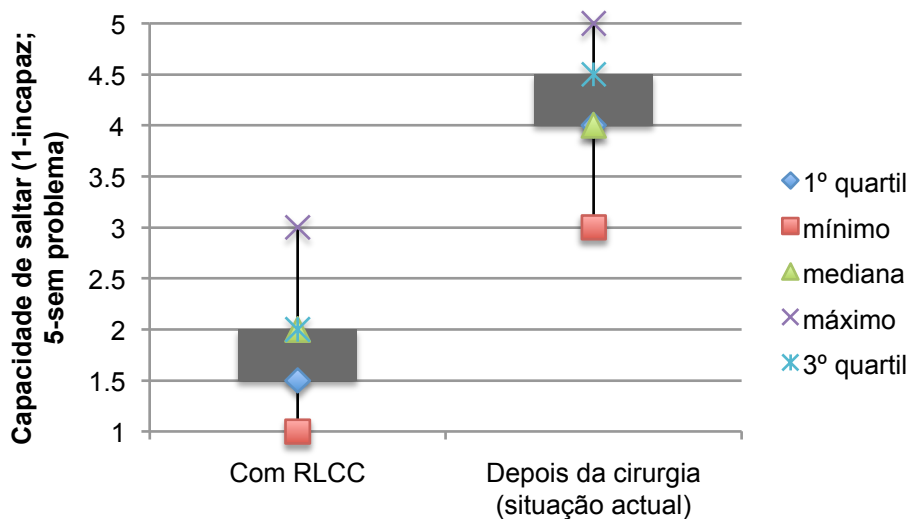


Gráfico 7 – Relação entre a capacidade de saltar



### 3.4 Discussão

Como referido ao longo do trabalho, a doença do ligamento cruzado cranial é uma das doenças mais comuns do foro ortopédico na espécie canina, sendo que o seu tratamento poderá estar associado a custos financeiros substanciais para os proprietários (Wilke et al., 2005; Witsberger et al., 2008). Talvez por estas razões esteja disponível, em incontáveis fontes científicas e não só, uma enorme quantidade de informação acerca desta temática que nem por isso dá sinais de abrandar.

Vários factores foram implicados, em diversos estudos, na DLCC. No capítulo referente à avaliação da amostragem do estudo retrospectivo, os **géneros** tiveram uma representação de 52,6% de fêmeas para 47,4% de machos afectados por RLCC. Este valor está em consonância com outros estudos que afirmam que a prevalência da doença em fêmeas é ligeiramente superior em relação aos machos (Harasen, 1995; Harasen, 2003; Harasen, 2008; Witsberger et al., 2008). É interessante observar que as duas fêmeas esterilizadas existentes no estudo desenvolveram ruptura contralateral do ligamento cruzado. De facto a esterilização precoce tem sido implicada na doença do ligamento cruzado cranial, nomeadamente por ser um factor de risco no desenvolvimento de um APT excessivo (Duerr et al., 2007; Harasen, 2008). Neste estudo, no entanto, não se realizou a mensuração do APT de nenhum doente devido ao facto das radiografias não estarem disponíveis na base de dados, não sendo possível portanto concluir, em nenhum dos casos, se existia uma eventual associação entre um APT elevado e a DLCC.

A **idade** média apurada de ruptura do LCC, factor de risco igualmente reconhecido nesta patologia, revelou ser de 5,27 anos, estando incluída no intervalo dos 4 aos 7 anos que revelou ter uma maior prevalência da doença, cerca de 3,94% (Witsberger et al., 2008). Doentes que ostentavam pesos  $\geq 22$ kg, apresentaram uma idade média de 3,2 anos na altura de diagnóstico de RLCC, em comparação com os 7,6 anos de idade média para cães com  $< 22$  kg. Estes dados são consistentes ou pelo menos aproximados aos resultados exibidos noutros estudos que implicam o peso e, consequentemente, as raças de grande porte, como factor predisponente à RLCC em idade mais nova (Duval et al., 1999; Hayashi et al., 2004).

Em relação à distribuição por **raças**, fizeram parte da amostra 9 raças definidas, sendo as mais frequentes a raça Boxer, Caniche Médio, Rafeiro Alentejano e Rottweiler. É interessante notar, neste estudo, a existência de raças com conhecida pré-disposição, sendo referidas em várias fontes como líderes de prevalência na DLCC. Entre elas contam-se a raça Boxer, Rottweiler e Cocker Spaniel (Harasen, 2008; Witsberger et al., 2008). No presente estudo obteve-se uma taxa de **RLCC bilateral** de 36,8%, tendo sido reportado na

literatura uma variação na ordem dos 18% a 40%, correspondendo assim aos padrões da doença (Harasen, 2008; Cabrera et al., 2008).

No que diz respeito ao **intervalo de tempo** que mediou entre a primeira RLCC e a ruptura do ligamento homólogo contralateral, este situou-se nas 64,85 semanas, tomando como ponto de referência o momento do diagnóstico. Só assim faz sentido contabilizar o tempo devido à impossibilidade de estabelecer com precisão o momento exacto de ruptura, uma vez que doença é, na maioria das vezes, de carácter progressivo e não agudo (Hayashi et al., 2004), sendo comum na história pregressa do animal o proprietário referir tempos de claudicação de vários meses, evidenciados pelo doente, antes de recorrerem ao médico veterinário. Este mesmo intervalo de tempo, ainda que no limite superior, está também dentro dos parâmetros esperados que rondam as 48 a 64 semanas (Cabrera et al., 2008).

Como referido anteriormente, o presente trabalho recorreu a uma pontuação numérica da variável claudicação para relatar a evolução da condição clínica do doente no período pós cirúrgico. Ainda que esta pontuação numérica se apresente como um método de medida e comunicação do estado de função dos membros na espécie canina, é no entanto necessário, apontar as limitações inerentes ao seu uso. Escalas numéricas como a utilizada neste estudo descrevem vários tipos de função de um membro, todavia, estão limitadas a um determinado número de grupos descritivos de uma variável descontínua (4 -5 grupos usualmente), neste caso a claudicação, sendo que indivíduos incluídos num mesmo grupo podem apresentar variações consideráveis no grau de limitação da função do membro, por ruptura do ligamento cruzado cranial. Ter noção da variabilidade individual ou de um grupo, no qual foi empregue este método subjectivo de avaliação, é um factor crítico a ter em conta na interpretação dos resultados (Waxman et al., 2008). Adicionalmente foi provado que as escalas de classificação subjectiva não substituem o método objectivo de análise da marcha em plataforma de movimento. A concordância entre ambos os métodos é baixo a não ser nos extremos do espectro da claudicação, ou seja, quando a claudicação é inaparente/ausente ou muito pronunciada (Quinn et al., 2007). O método utilizado neste trabalho é portanto mais preciso a classificar estados graves de claudicação, perdendo alguma relevância do ponto de vista clínico, uma vez que em muitas das avaliações de seguimento estão em causa classificações na ordem do espectro médio da escala de claudicação. Outra factor limitante das escalas subjectivas é o facto de variarem bastante entre observadores, devido à percepção diferencial e individual inerente a cada um (Quinn et al., 2007; Waxman et al., 2008). Este último factor limitante foi porém eliminado devido ao facto de todos os acessos subjectivos do nível de claudicação, terem sido efectuados pelo mesmo médico veterinário com vasta experiência em ortopedia de pequenos animais.

A interpretação das tabelas de informação, correspondentes a cada grupo de estudo, revelou ser uma tarefa complicada. Sendo este um trabalho de âmbito retrospectivo, não foi

possível estruturar nem escolher a informação com que se teve de trabalhar, ao contrário do que acontece por exemplo quando se planeia um estudo prospectivo de acompanhamento. Este facto pode justificar as muitas disparidades entre os dados disponíveis para cada caso, nomeadamente no que respeita ao número de consultas de seguimento pós operatório, que variaram entre 2 e 8 consultas. Também o intervalo temporal entre os momentos de consulta foi diferente, variando praticamente em todos os casos, reflexo talvez da diferente disponibilidade dos donos em ir ao médico veterinário com o seu animal ou das potenciais complicações ou agravamento da condição clínica do doente, que obviamente não obedece a padrões temporais pré-estabelecidos.

Uma limitação deste estudo, diz respeito ao facto de determinados animais fazerem parte dos dois grupos simultaneamente ou figurarem duas vezes no mesmo grupo, ou seja, desenvolveram no tempo RLCC do membro contralateral. Em tais casos, as técnicas operatórias utilizadas e seus resultados, não podem ser comparadas em pé de igualdade uma vez que está descrito que, independentemente do método cirúrgico, não é possível parar a OA consequente à RLCC nem recuperar na totalidade a função de um membro (Aragon & Budsberg, 2005; Conzemius, et al., 2005). Nestes casos, onde o doente é operado novamente a RLCC, mas desta vez no membro oposto, teríamos de ter em atenção o facto da doença no membro contralateral poder ter estado em evolução no período pós operatório da primeira cirurgia, afectando a recuperação. Por outro lado o processo de OA resultante da primeira ruptura, ainda que atenuado pela cirurgia, possa também afectar a condição clínica do doente e ter algum grau de interferência no resultado clínico da segunda intervenção cirúrgica ao LCC contralateral.

De outras limitações relevantes a citar, que interferem no acto comparativo imparcial entre técnicas cirúrgicas, fazem parte a grande variabilidade de raças e pesos presentes neste trabalho (Conzemius, et al., 2005). Como antes referido, a inclusão nos diferentes grupos foi puramente accidental, ainda que seja evidente que em animais de porte muito diminuto seja inviável a aplicação da Fastin Anchor®, devido à impossibilidade de implantar a âncora de 5 mm na fossa intercondilóide do fémur. No entanto algumas considerações devem ser feitas, nomeadamente, no que se refere à média dos pesos dos grupos 1 e 2. O grupo 1 submetido à OTT apresentou uma média de  $20,88 \pm 14,58$  kg, enquanto o grupo 2 submetido à implantação da Fastin Anchor® obteve uma média de  $38,6 \pm 10,54$  kg. Esta diferença deverá ser bastante relevante na avaliação do resultado da técnica, uma vez que o grau de gravidade da degeneração articular é directamente proporcional ao peso corporal, penalizando assim o grupo com média de peso corporal mais elevado (Piermattei et al., 2006).

Após referidas algumas limitações deste trabalho, inerentes ao tipo de estudo, conclui-se que a análise estatística inferencial referente ao período pós-cirúrgico não foi possível.

Apesar da ausência de registos do grau de claudicação no dia 0, ou seja, no momento imediatamente antes da cirurgia, devido à natureza retrospectiva o estudo, pôde constatar-se que a quase totalidade dos doentes, de ambos os grupos, experimentaram uma melhoria ao nível do grau de claudicação ao longo do tempo de acompanhamento. Esta informação é concordante com aquela presente na literatura, que afirma que independentemente da técnica cirúrgica, 85% dos cães melhora do aspecto clínico após correcção da RLCC (Jerram & Walker, 2003).

Apresentando-se ambas as técnicas dentro da classe das reparações intracapsulares e tendo sido utilizado o mesmo acesso cirúrgico, uma artrotomia lateral da articulação do joelho, após avaliação dos resultados do período pós-cirúrgico, a técnica over-the-top e a técnica de implantação da prótese Fastin Anchor® parecem apresentar similaridade nos resultados clínicos a curto-médio prazo.

De modo a ter percepção dos resultados a longo termo do grupo 2, em que foi utilizada a Fastin Anchor®, o inquérito por telefone aos proprietários dos doentes mostrou que a relação entre o **nível de actividade** antes da RLCC e depois da cirurgia se manteve igual ou sofreu um decréscimo ligeiro em alguns casos. Este aspecto pode ser explicado pela deterioração da função do membro, que está descrita acontecer ao longo do tempo (Innes, 2010). Factores como o aumento da idade podem contribuir também para este decréscimo da actividade, já que, cães mais velhos, naturalmente tenderão a ser menos activos. No entanto, há que ter em conta, que a idade avançada foi sugerida como factor associado à falha dos mecanismos reparadores compensatórios, na osteoartrite experimental da articulação do joelho (Innes et al, 2000).

Em relação ao **grau de limitação** evidenciado no momento da RLCC e no período a longo termo depois da cirurgia, foi notória a melhoria da condição funcional do membro afectado, tendo o intervalo inter-quartil mudado de 4 a 3,5 para 2 a 1. No que toca à **capacidade de saltar** também esta melhorou no acompanhamento a longo termo com o efectuar da cirurgia, tendo o intervalo inter-quartil sido alterado de 2 a 1,5 para 4,5 a 4.

Em todos os casos foi portanto reduzido o grau de limitação associado a RLCC e aumentada a capacidade de salto no acompanhamento a longo termo. A percepção por parte dos donos é, no entanto, tipicamente orientada para a função geral, podendo ser influenciada por qualquer factor que agrave a condição clínica, nomeadamente DLCC no membro contralateral (Innes et al, 2000). Era importante, por esta última razão, ainda que não tenham sido efectuadas neste estudo, ter incluído nesta avaliação a longo termo, algumas observações clínicas como a medição da massa do músculo quadríceps, amplitude de movimento da articulação do joelho (Renwick et al., 2009), testes de estabilidade, bem como um controlo radiográfico da evolução das alterações resultantes da OA, já que a observação por parte dos donos é tipicamente feita como um todo.

O processo de OA secundário à RLCC, como referido já ao longo do trabalho e comprovado por vários estudos, não foi até à data impedido de progredir por completo, independentemente do vasto leque de técnicas cirúrgicas disponíveis (Aragon & Budsberg, 2005; Kim et al., 2008; McCarthy, 2009; Innes, 2010). Enquanto os aspectos da fisiopatogenia da DLCC não forem completamente esclarecidos e um método cirúrgico não for aceite universalmente, outros objectivos no maneio desta doença podem ser explorados. Sugere-se portanto neste trabalho, que uma abordagem que foque o aspecto cirúrgico minimamente invasivo e com baixos tempos de anestesia, obtendo resultados pós-cirúrgicos compatíveis com estabilização articular, morbilidade reduzida e baixa taxa de complicações após a cirurgia, possa representar um avanço substancial na terapêutica da RLCC. Ainda que a implantação da Fastin Anchor® por artroscopia no cão não tenha sido levada a cabo neste estudo, os resultados deste trabalho retrospectivo sugerem que a técnica tem potencial promissor para ser aplicada na RLCC.

### 3.5 Conclusão

Actualmente, não está estabelecido ainda um tratamento *gold standart* capaz de restaurar a função do ligamento cruzado cranial canino, apresentando os meios disponíveis de reparação taxas de sucesso variáveis. As técnicas cirúrgicas contemporâneas baseiam-se em princípios cinemáticos da articulação do joelho, alcançando estabilização dinâmica por alteração da conformação do aspecto proximal da tibia. Apesar dos avanços técnicos, métodos extracapsulares antigos e de menor complexidade, continuam em uso. A lógica indica-nos, porém, que o único meio garantido de restabelecimento da função do LCC, ainda não alcançado na totalidade actualmente, será o de fornecer um mecanismo que permita à articulação regenerar a estrutura nativa ligamentar.

Com a presente dissertação, pretendeu-se explorar uma abordagem cirúrgica diferente, dirigida ao tratamento de RLCC, daquelas actualmente praticadas rotineiramente em medicina veterinária.

Os resultados deste estudo não apresentaram disparidade aparente, tendo todos os doentes melhorado da sua condição clínica prévia à operação.

Os indivíduos, nos quais foi empregue a ancoragem intracapsular evidenciaram a longo termo, uma condição estável relativa à função do membro acometido por RLCC. Havendo indicação que o grau actual de funcionalidade foi, em todos os casos, superior ao verificado no período respectivo à lesão.

Ainda que com inúmeras limitações, características de um estudo retrospectivo, já abordadas e identificadas anteriormente, a intenção da utilização da técnica de ancoragem com recurso a cirurgia minimamente invasiva por artroscopia, ganhou maior sustentabilidade.

São esperados benefícios na extrapolação da técnica para artroscopia, nomeadamente menor tempo de anestesia, menor taxa de complicações e uma recuperação rápida a curto prazo com rápido retorno à actividade física sem restrições.

A temática respeitante à doença do ligamento cruzado cranial revelou ser um tema fascinante, dotado de fortes raízes passadas, mas com um impacto actual e projecção futura enormes.

## 4 BIBLIOGRAFIA

---

- Abercromby, R. (1997). Examination of arthroscopy as a clinical tool in small animal practice. *Journal of Small Animal Practice* , 38, pp. 174-178.
- Amis, A. A., Campell, J. R., Kempson, S. A. & Miller, J. H. (1984). Comparison of the structure of neotendons induced by implantation of carbon or polyester fibres. *The Journal of Bone and Joint Surgery* , 66-B, pp. 131-140.
- Amis, A. A., Kempson, S. A., Campbell, J. R. & Miller, J. H. (1988). Anterior cruciate ligament replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery* , 70-B, pp. 628-634.
- Aragon, C. L. & Budsberg, S. C. (2005). Applications of evidence-based medicine: cranial cruciate ligament injury repair in the dog. *Veterinary Surgery* , 34, pp. 93-98.
- Arnoczky, S. P. (1988). The cruciate ligaments: the enigma of the canine stifle. *Journal of Small Animal Practice* , 29, pp. 71-90.
- Arnoczky, S. P. & Marshall, J. L. (1977). The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. *American Journal of Veterinary Research* , 38, pp. 1807-1814.
- Arnoczky, S. P., Minei, J. P. & Warren, R. F. (1986). Replacement of the anterior cruciate ligament using a synthetic prosthesis. An evaluation of graft biology in the dog. *The American Journal of Sports Medicine* , 14, pp. 1-6.
- Barret, J. G., Hao, Z., Graf, B. K., Kaplan, L. D., Heiner, J. P. & Muir, P. (2005). Inflammatory changes in ruptured canine cranial and human anterior cruciate ligaments. *American Journal of Veterinary Research* , 66, pp. 2073-2080.
- Barrett, E., Barr, F., Owen, M. & Bradley, K. (2009). A retrospective study of the MRI findings in 18 dogs with stifle injuries. *Journal of Small Animal Practice* , 50, pp. 448-455.
- Bernardino, S. (2010). ACL prosthesis: any promise for the future? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* , 18, pp. 797-804.
- Blond, L., Thrall, D. E., Roe, S. C., Chailleux, N. & Robertson, I. D. (2008). Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for meniscal tears in dogs affected with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture. *Veterinary Radiology & Ultrasound* , 49, pp. 425-431.
- Cabrera, S. Y., Owen, T. J., Mueller, M. G. & Kass, P. H. (2008). Comparison of tibial plateau angles in dogs with unilateral versus bilateral cranial cruciate ligament rupture: 150 cases (2000-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 232, pp. 889-892.
- Canapp, S. O. (2007). The Canine Stifle. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* , 22, pp. 195-205.
- Carobbi, B. & Ness, M. G. (2009, May). Preliminary study evaluating tests used to diagnose canine cranial cruciate ligament failure. *Journal of Small Animal Practice* , 50, pp. 224-226.

- Casale, S. A. & McCarthy, R. J. (2009). Complications associated with lateral fabellotibial suture surgery for cranial cruciate ligament injury in dogs: 363 cases (1997-2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 234, pp. 229-235.
- Comerford, E. J., Tarlton, J. F., Avery, N. C., Bailey, A. J. & Innes, J. F. (2006). Distal femoral intercondylar notch dimensions and their relationship to composition and metabolism of the canine anterior cruciate ligament. *Osteoarthritis and Cartilage* , 14, pp. 273-278.
- Comerford, E. J., Tarlton, J. F., Wales, A., Bailey, A. J. & Innes, J. F. (2006). Ultrastructural differences in cranial cruciate ligaments from dogs of two breeds with a differing predisposition to ligament degeneration and rupture. *Journal of Comparative Pathology* , 134, pp. 8-16.
- Conzemius, M. G., Evans, R. B., Besancon, M. F., Gordon, W. J., Hortsman, C. L. & Hoefle, W. D. (2005). Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 226, pp. 232-236.
- Cook, J. L. (2010). Cranial cruciate ligament disease in dogs: biology versus biomechanics. *Veterinary Surgery* , 39, pp. 270-277.
- Cook, J. L., Beetem, J., Karnes, J. & Cook, C. R. (2010). Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Veterinary Surgery* , 39, pp. 315-323.
- Davidson, J. F., Collins, H. R. & Campbell, E. D. (1995). Composite Gore-Tex and autogenous semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: long-term results and historical review. *Operative Techniques in Sports Medicine* , 3, pp. 177-181.
- Denny, H. R. & Barr, A. R. (1984). An evaluation of two "over-the top" techniques for anterior cruciate ligament replacement in the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 25, pp. 759-769.
- Denny, H. R. & Barr, A. R. (1987). A further evaluation of the "over-the-top" technique for anterior cruciate ligament replacement in the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 28, pp. 681-686
- Denny, H. R. & Butterworth, S. J. (2000). *A guide to canine and feline orthopaedic surgery* (4th ed.). Oxford: Blackwell Science.
- Dericks Jr, G. (1995). Ligament advanced reinforcement system anterior cruciate ligament reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine* , 3, pp. 187-205.
- Doom, M., Bruin, T. d., Rooster, H. d., Bree, H. v., & Cox, E. (2008). Immunopathological mechanisms in dogs with rupture of the cranial cruciate ligament. *Veterinary Immunology and Immunopathology* , 125, pp. 143-161.
- Duerr, F. M., Duncan, C. G., Savicky, R. S., Park, R. D., Egger, E. L., & Palmer, R. H. (2007). Risk factors for excessive tibial plateau angle in large-breed dogs with cranial cruciate ligament disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 231, pp. 1688-1691.
- Durselen, L., Claes, L., Ignatius, A. & Rubenacker, S. (1996). Comparative animal study of three ligament prostheses for the replacement of the anterior cruciate and medial collateral ligament. *Biomaterials* , 17, pp. 977-982.

- Duval, J. M., Budsberg, S. C., Flo, G. L. & Sammarco, J. L. (1999). Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 215, pp. 811-814.
- Erne, J. B., Goring, R. L., Kennedy, F. A. & Schoenborn, W. C. (2009). Prevalence of lymphoplasmacytic synovitis in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 235, pp. 386-390.
- Fischer, C., Cherres, M., Grevel, V., Oechtering, G. & Bottcher, P. (2010). Effects of attachment sites and joint at the time of lateral suture fixation on tension in the suture for stabilization of the cranial cruciate ligament deficient stifle in dogs. *Veterinary Surgery* , 39, pp. 334-342.
- Fossum, T. W., Hedlund, C. H., Johnson, A. L., Schulz, K. S., Seim, H. B., Willard, M. D., Bahr, A. & Carrol, G. L. (2008). *Cirurgia de pequenos animais* (3ª edição). Rio de Janeiro: Elsevier editora Ltda.
- Frey, T. N., Hoelzler, M. G., Scavelli, T. D., Fulcher, R. P. & Bastian, R. P. (2010). Risk factors for surgical site infection-inflammation in dogs undergoing surgery for rupture of the cranial cruciate ligament: 902 cases (2005-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 236, pp. 88-94.
- Ghalayini, S. R., Helm, A. T., Bonshashi, A. Y., Lavender, A., Johnson, D. S. & Smith, R. B. (2009). Arthroscopic anterior cruciate ligament surgery: results of autogenous patellar tendon graft versus the Leeds-Keio synthetic graft. Five year follow-up of a prospective randomised controlled trial. *The Knee*. Acedido em Fev. 12, 2010 em: [http://www.thekneejournal.com/article/s0968-0160\(09\)00175-6/ppt](http://www.thekneejournal.com/article/s0968-0160(09)00175-6/ppt)
- Guerrero, T. G., Geyer, H., Hassig, M. & Montavon, P. M. (2007). Effect of conformation of the distal portion of the femur and proximal portion of the tibia on the pathogenesis of cranial cruciate ligament disease in dogs. *American Journal of Veterinary Research* , 68, pp. 1332-1337.
- Harasen, G. (1995). A retrospective study of 165 cases of rupture of the canine cranial cruciate ligament. *The Canadian Veterinary Journal* , 36, pp. 250-251.
- Harasen, G. (2002). Diagnosing rupture of the cranial cruciate ligament. *The Canadian Veterinary journal* , 43, pp. 475-476.
- Harasen, G. (2003). Canine cranial cruciate ligament rupture in profile. *The Canadian Veterinary Journal* , 44, pp. 845-846.
- Harasen, G. (2008). Canine cranial cruciate ligament rupture in profile: 2002 -2007. *The Canadian Veterinary Journal* , 49, pp. 193-194.
- Harasen, G. (2008). Hot off the presses! *The Canadian Veterinary Journal* , 49, pp. 409-410.
- Hayashi, K., Manley, P. A. & Muir, P. (2004). Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: a review. *Journal of the American Hospital Association* , 40, pp. 385-390.
- Heffron, L. & Campbell, J. (1978, April). Morphology, histology and functional anatomy of the canine cranial cruciate ligament. *Veterinary Record* , 102, pp. 280-283.
- Hoelzler, G., Millis, D., Francis, D. & Weigel, J. (2004). Results of arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Veterinary Surgery* , 33, pp. 146-153.

- Houlton, J. E. F. (2008). What's new in cruciate disease. *Proceedings of the Southern European Veterinary Conference, Barcelona, Spain, 17-19 October*. Acedido em Jan. 30, 2010 em: <http://www.ivis.org/proceedings/sevc/2008/hoult1.pdf>
- Innes, J. F., Bacon, D., Lynch, C. & Pollard, A. (2000). Long-term outcome of surgery for dogs with cranial cruciate ligament deficiency. *The Veterinary Record* , 147, pp. 325-328.
- Innes, J. F. (2003). Do hormones play a role in canine cruciate disease? *Journal of Small Animal Practice* , 44, p. 520.
- Innes, J. F. (2006). Current thoughts on cruciate ligament failure. *Proceedings of the 13th European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology Congress, Munich, 7-10 September*, p. 66-68. Acedido em Jan. 30, 2010, em: <http://www.ivis.org/proceedings/esvot/2006/sa/innes1.pdf>
- Innes, J. F. (2007). Outcomes-based medicine in veterinary surgery: levels of evidence. *Veterinary Surgery* , 36, pp. 610-612.
- Innes, J. F. (2010). Observations based on the surgical repair of 106 cases of anterior cruciate ligament rupture. *Journal of Small Animal Practice* , 51, pp. 32-34.
- Jerram, R. M. & Walker, A. M. (2003). Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. *New Zealand Veterinary Journal* , 51, pp. 149-158.
- Johnson, D. (1995). Gore-Tex synthetic ligament. *Operative Techniques in Sports Medicine* , 3, pp. 173-176.
- Johnson, K. A., Francis, D. J., Manley, P. A., Chu, Q. & Caterson, B. (2004). Comparison of the effects of caudal pole hemi-meniscectomy and complete medial meniscectomy in the canine stifle joint. *American Journal of Veterinary Research* , 65, pp. 1053-1060.
- Kim, S. E., Pozzi, A., Kowaleski, M. P. & Lewis, D. D. (2008). Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Veterinary Surgery* , 37, pp. 111-125.
- Krayer, M., Rytz, U., Oevermann, A., Doherr, M. G., Forterre, F. & Zurbriggen, A. (2008). Apoptosis of ligamentous cells of the cranial cruciate ligament from stable stifle joints of dogs with partial cranial cruciate ligament rupture. *American Journal of Veterinary Research* , 69, pp. 625-630.
- Kudnig, S. T. (2000). Viewpoints in surgery cruciate ligament rupture. *Australian Veterinary Journal* , 78, pp. 382-386.
- Lafaver, S., Miller, N. A., Stubbs, W. P., Taylor, R. A. & Boudrieau, R. J. (2007). Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Veterinary Surgery* , 36, pp. 573-586.
- Laurencin, C. T. & Freeman, J. W. (2005). Ligament tissue engineering: an evolutionary materials science approach. *Biomaterials* , 26, pp. 7530-7536.
- Lhermette, P. & Sobel, D. (2008). *Bsava manual of canine and feline endoscopy and endosurgery*. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association.
- Lu, H. H., Cooper Jr, J. A., Manuel, S., Freeman, J. W., Attawia, M. A. & Ko, F. K. (2005). Anterior cruciate ligament regeneration using braided biodegradable scaffolds: in vitro optimization studies. *Biomaterials* , 26, pp. 4805-4816.

- Marino, D. J. & Loughin, C. A. (2010). Diagnostic imaging of the canine stifle: a review. *Veterinary Surgery*, 39, pp. 284-295.
- Marsolais, G. S., Dvorak, G. & Conzemius, M. G. (2002). Effects of postoperative rehabilitation on limb function after cranial cruciate ligament repair in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220, pp. 1325-1330.
- Marsolais, G. S., Mclean, S., Derrick, T. & Conzemius, M. G. (2003). Kinematics analysis of the hind limb during swimming and walking in healthy dogs and dogs with surgically corrected cranial cruciate ligament rupture. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222, pp. 739-743.
- Matsumoto, H. & Fujikawa, K. (2001). Leeds-Keio artificial ligament: a new concept for the anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Keio Journal of Medicine*, 50, pp. 161-166.
- McCarthy, R. (2009). Cranial cruciate ligament injury in dogs - are we really making any progress? *Journal of Small Animal Practice*, 50, pp. 209-210.
- Morris, E. & Alan, L. J. (2001). Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218, pp. 363-366.
- Mostafa, A. A., Griffon, D. J., Thomas, M. W. & Constable, P. D. (2009). Morphometric characteristics of the pelvic limbs of Labrador Retrievers with and without cranial cruciate ligament deficiency. *American Journal of Veterinary Research*, 70, pp. 498-507.
- Mostafa, A. A., Griffon, D. J., Thomas, M. W. & Constable, P. D. (2010). Morphometric characteristics of the pelvic limb musculature of Labrador Retrievers with and without cranial cruciate ligament deficiency. *Veterinary Surgery*, 39, pp. 380-389.
- Nau, T., Lavoie, P. & Duval, N. (2002). A new generation of artificial ligaments in reconstruction of the anterior cruciate ligament: two-year follow-up of randomised trial. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 84-B, pp. 356-360.
- Nelson, P. H., Tomlinson, J. L., Dodam, J. R. & Hornbostel, J. E. (2003). Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture: 193 cases (1997-2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222, pp. 1726-1732.
- Oakley, S. P., Portek, I., Szomor, Z., Appleyard, R. C., Ghosh, P., Kirkham, B. W., Murrel, G. A. & Lassere, M. N. (2005). Arthroscopy - a potential "gold standart" for the diagnosis of the condropathy of early osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 13, pp. 368-378.
- Person, M. W. (1987). Prosthetic replacement of the cranial cruciate ligament under arthroscopic guidance: a pilot project. *Veterinary Surgery*, 16, pp. 37-43.
- Piermattei, D. L. & Johnson, K. A. (2004). *An atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat* (4th ed.). Philadelphia: Elsevier.
- Piermattei, D. L., Flo, G. L. & DeCamp, C. E. (2006). *Handbook of small animal orthopedics and fracture repair* (4th ed.). St. Louis: Saunders Elsevier.
- Pozzi, A., Hildreth, B. E. & Rajala-Schultz, P. J. (2008). Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology: an ex vivo study. *Veterinary surgery*, 37, pp. 749-755.

- Quinn, M. M., Keuler, N. S., Lu, Y., Faria, M. L., Muir, P. & Markel, M. D. (2007). Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. *Veterinary Surgery* , 36, pp. 360-367.
- Ralphs, S. C. & Whitney, W. O. (2002). Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999-2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 221, pp. 1601-1604.
- Renwick, A. I., Mckee, W. M., Emmerson, T. D. & House, A. K. (2009). Preliminary experiences of the triple tibial osteotomy procedure: tibial morphology and complications. *Journal of Small Animal Practice* , 50, pp. 212-221.
- Rexing, J., Dunning, D., Siegel, A. M., Knap, K. & Werbe, B. (2010). Effects of cold compression, bandaging, and microcurrent electrical therapy after cranial cruciate ligament repair in dogs. *Veterinary Surgery* , 39, pp. 54-58.
- Rooster, H. D. (2001). Cranial cruciate ligament disease in the dog: contributions for etiology, diagnosis and treatment. Ph.D. Thesis. Gent: Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent
- Rooster, H. D., Bruin, T. D. & Bree, H. V. (2006). Morphologic and functional features of the canine cruciate ligaments. *Veterinary surgery* , 35, pp. 769-780.
- Rooster, H. D., Cox, E. & Bree, H. V. (2000). Prevalence and relevance of antibodies to type-I and -II collagen in synovial fluid of dogs with cranial cruciate ligament damage. *American Journal of Veterinary Research* , 61, pp. 1456-1461.
- Rooster, H., Vangheluwe, L., Bree, H., Ledoux, M. & Langenhove, L. (2001). Biomechanical properties of braided polyester tapes intended for use as intra-articular cranial cruciate ligament prostheses in dogs. 62, pp. 48-53.
- Rubenstein, D. L., Sarin, G., Subbio, C. & Miller, L. S. (1998). Revision of failed Gore-Tex anterior cruciate ligament reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine* , 6, pp. 97-101.
- Seong, Y., Eom, K., Lee, H., Lee, J., Park, J. & Lee, K. (2005). Ultrasonographic evaluation of cranial cruciate ligament rupture via dynamic intra-articular saline injection. *Veterinary Radiology & Ultrasound* , 46, pp. 80-82.
- Smith, G. N., Mickler, E. A., Albrecht, M. E., Myers, S. L. & Brandt, K. D. (2002). Severity of medial meniscus damage in the canine knee after anterior cruciate ligament transection. *Osteoarthritis and Cartilage* , 10, pp. 321-326.
- Stead, A. C., Amis, A. A. & Campbell, J. R. (1991). Use of polyester fibre as a prosthetic cranial cruciate ligament in small animals. *Journal of Small Animal Practice* , 32, pp. 448-454.
- Strom, H. (1990). Partial rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *Journal of Small Animal Practice* , 31, pp. 137-140.
- Tivers, M. S., Mahoney, P. N., Baines, E. A. & Corr, S. A. (2009). Diagnostic accuracy of positive contrast computed tomography arthrography for the detection of injuries to the medial meniscus in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament insufficiency. *Journal of Small Animal Practice* , 50, pp. 324-332.
- Ventura, A., Terzaghi, C., Legnani, C., Borgo, E. & Albisetti, W. (2010). Synthetic grafts for anterior cruciate ligament rupture: 19-year outcome study. *The Knee* , 17, pp. 108-113.

- Vieira, A. C., Guedes, R. M. & Marques, A. T. (2009). Development of ligament tissue biodegradable devices: a review. *Journal of Biomechanics* , 42, pp. 2421-2430.
- Waxman, A. S., Robinson, D. A., Evans, R. B., Hulse, D. A., Innes, J. F. & Conzemius, M. G. (2008). Relationship between objective and subjective assessment of limb function in normal dogs with an experimentally induced lameness. *Veterinary Surgery* , 37, pp. 241-246.
- Wilke, V. L., Conzemius, M. G., Kinghorn, B. P., Macrossan, P. E., Cai, W. & Rothschild, M. F. (2006). Inheritance of rupture of the cranial cruciate ligament in Newfoundlands. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 228, pp. 61-64.
- Wilke, V. L., Robinson, D. A., Evans, R. B., Rothschild, M. F. & Conzemius, M. G. (2005). Estimate of the annual economic impact of treatment of cranial cruciate ligament injury in dogs in the United states. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 227, pp. 1604-1607.
- Wilke, V. L., Zhang, S., Evans, R. B., Conzemius, M. G. & Rothschild, M. F. (2009). Identification of chromosomal regions associated with cranial cruciate ligament rupture in a population of Newfoundlands. *American Journal of Veterinary Research* , 70, pp. 1013-1017.
- Winkels, P., Werner, H., Grevel, V., Oechtering, G. & Bottcher, P. (2010). Development and in situ application of an adjustable aiming device to guide extra- to intraarticular tibial tunnel drilling for the insertion of the cranial cruciate ligament in dogs. *Veterinary Surgery* , 39, pp. 324-333.
- Witsberger, T. H., Villamil, J. A., Schultz, L. G., Hahn, A. W. & Cook, J. L. (2008). Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 232, pp. 1818-1824.