

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**TRANSPLANTE ALÓGENO DE MENISCO COM PLUGUE ÓSSEO E
DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO MENISCO EM RELAÇÃO A PONTOS
ANATÔMICOS RADIOGRÁFICOS – ESTUDO EX VIVO EM CÃES**

Tese de doutorado

Elaboração: Simone Scherer

Porto Alegre – RS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**TRANSPLANTE ALÓGENO DE MENISCO COM PLUGUE ÓSSEO E
DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO MENISCO EM RELAÇÃO A PONTOS
ANATÔMICOS RADIOGRÁFICOS – ESTUDO EX VIVO EM CÃES**

Simone Scherer

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Doutor em Ciências
Veterinárias na área de Morfologia, Cirurgia e
Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi

Porto Alegre - RS

2016

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

SCHERER, SIMONE

TRANSPLANTE ALÓGENO DE MENISCO COM PLUGUE ÓSSEO E DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO MENISCO EM RELAÇÃO A PONTOS ANATÔMICOS RADIOGRÁFICOS - ESTUDO EX VIVO EM CÃES / SIMONE SCHERER. -- 2016.

80 f.

Orientador: MARCELO MELLER ALIEVI.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. LESÕES MENISCAIS. 2. ALÓGENO. 3. CIRURGIA. 4. CANINO. I. MELLER ALIEVI, MARCELO, orient. II. Título.

Simone Scherer

TRANSPLANTE ALÓGENO DE MENISCO COM PLUGUE ÓSSEO E
DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO MENISCO EM RELAÇÃO A PONTOS
ANATÔMICOS RADIOGRÁFICOS – ESTUDO EX VIVO EM CÃES

Aprovada em _____/_____/_____

Prof. Dr. MARCELO MELLER ALIEVI - UFRGS

Orientador e Presidente da Comissão

Profa. Dra. ANA CRISTINA PACHECO DE ARAÚJO - UFRGS

Membro da Banca

Prof. Dr. MÁRCIO POLETTO FERREIRA - UFRGS

Membro da Banca

Prof. Dr. CÁSSIO RICARDO AUADA FERRIGNO - USP

Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todos os dias, por ter colocado no meu caminho as pessoas certas para o meu crescimento.

A minha família pelo apoio e compreensão recebidos.

A Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Hospital de Clínicas Veterinárias (HCV) pelas grandes oportunidades de aprendizado.

Ao meu orientador e professor Marcelo Meller Alievi, foi através de seus olhos que eu comecei a enxergar como a ortopedia é grandiosa. Agradeço pelo aprendizado, pelas oportunidades e amizade desde a residência.

Aos meus colegas e amigos do setor de ortopedia, Kauê, Alessandra, Bernardo, Verônica, Titi, Mari e Lucas, sem vocês eu não teria conseguido. Sentirei falta da parceria, dos momentos de trabalho e diversão com vocês.

As estagiárias Jordana e Jéssica pelo auxílio no projeto.

Ao pessoal do Bloco de ensino, Luciana, Fábio e Nize e doutorandas Gabi Sessegolo e Fabi Reginatto por aguentarem a mim e as “minhas” pernas.

Ao pessoal do setor de radiologia, em especial a Mari, Luciano e também ao Jaques e Charlene pela paciência e disposição nas muitas radiografias realizadas neste projeto.

Os últimos 10 anos de pós-graduação os quais estive no HCV e FAVET, entre residência, mestrado, doutorado e atuação como prof. substituta me proporcionam muitos aprendizados, profissionais e pessoais e serei eternamente grata a cada pessoa que participou desse processo, dessa fase que parecia eterna. Agradeço em especial ao prof. Afonso, Fabíola Mello e Aline Gouvêa, grandes profissionais e amigos.

RESUMO

A instabilidade articular gerada pela insuficiência do ligamento cruzado cranial é responsável por causar as lesões no menisco medial em cães. Até o momento, o tratamento de escolha é a meniscectomia parcial ou total, dependendo do tipo de lesão. Mas alguns estudos comprovam que alterações importantes ocorrem na biomecânica do joelho, decorrentes destas técnicas em cães. Em humanos há muitos anos são realizados transplantes de meniscos e trabalhos biomecânicos que sugerem que o menisco transplantado, aproxima as pressões de contato dos valores normais, diferentemente das técnicas de meniscectomia total ou parcial. Muitas são as técnicas cirúrgicas descritas na medicina humana, mas atualmente todas priorizam o correto posicionamento das inserções dos ligamentos meniscotibiais, assim como todos os componentes do menisco. O presente estudo tem por objetivo descrever a técnica de transplante alógeno de menisco medial em cadáveres de cães, bem como algumas técnicas que precedem o transplante propriamente dito, como a colheita do enxerto doador e a determinação do tamanho do menisco medial através da mensuração radiográfica da superfície proximal medial da tíbia. Para tanto, foram utilizados 44 membros pélvicos de 22 cadáveres de cães com peso acima de 20kg e um cadáver para determinação da posição do paciente e da equipe cirúrgica, totalizando 23 cadáveres de cães. Para a determinação do tamanho do menisco através da avaliação radiográfica da superfície tibial, foram realizadas radiografias simples de 24 membros nas posições craniocaudal e mediolateral a 90 e 135° e após os meniscos foram pintados com uma mistura de cianoacrilato e tântalo pó e as radiografias repetidas nos mesmos posicionamentos. Seguiu-se as mensurações dos pontos radiográficos anatômicos da tíbia e aplicação das fórmulas de percentual e análise regressa para determinar o tamanho dos meniscos através dessas medidas. O tamanho real dos meniscos mediais foi medido nas posições craniocaudal e mediolateral e comparado com medidas radiográficas contrastadas através do coeficiente de correlação intraclasse (ICC), foram MLC90, ICC=0,91, P<0,001; MLC135, ICC=0,89, P<0,001. Para o desenvolvimento e refinamento da técnica e colheita de enxerto foram utilizados quatro membros. Após, foram colhidos os enxertos de menisco com plugues ósseos, utilizando os 24 membros radiografados, os enxertos foram congelados a -20°C até a utilização na técnica de transplante de menisco. Para o desenvolvimento e refinamento da técnica de transplante de menisco medial foram utilizados seis membros e posteriormente a técnica foi aplicada em 10 membros pélvicos. Os procedimentos cirúrgicos foram avaliados através da descrição de cada etapa, registro fotográfico, dificuldades encontradas, complicações e limitações anatômicas. Em conclusão, o tamanho do menisco medial pode ser determinado a

partir dos pontos radiográficos anatômicos utilizados pela equação preditiva da análise de regressão linear com margem de erro de 1,7mm em ML90 e ML135 e 1,2mm no posicionamento CC. As técnicas de colheita e transplante de menisco foram desenvolvidas e demonstraram viabilidade em cadáveres de cães. A técnica de transplante de menisco com plugue ósseo é factível, no entanto, sugerem-se outros estudos, como avaliação biomecânica, que permitam maior compreensão sobre os resultados e complicações obtidos com a nova técnica.

Palavras- chave: lesões meniscais, alógeno, cirurgia, canino.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- | | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Estruturas anatômicas da superfície tibial de cadáver de cão, vista superior. A- menisco medial, B- menisco lateral, C- ligamento cruzado cranial , D- ligamento cruzado caudal, E –Ligamento transverso, F- ligamento meniscotibial caudal do menisco medial, G- ligamento transverso rompido, H- ligamento meniscotibial cranial do menisco medial. | 13 |
| Figura 2 | Tipos de lesões de menisco: A- menisco intacto, B- lesão vertical longitudinal, C- lesão em alça de balde, D- lesão em <i>flap</i> , E- lesão radial, F- lesão horizontal, G- lesão complexa, H- lesão degenerativa. | 19 |
| Figura 3 | Esquema representando a localização de perfuração dos túneis anterior e posterior na superfície tibial, pré-inserções de suturas em menisco (Fonte: Globe et al., 2000), plugue modificado no corno posterior menor, para cirurgia artroscópica (Fonte: HA et al., 2004). | 24 |
| Figura 4 | Superfície da tíbia humana, sobre a qual foi desenhado um retângulo para mensuração dos meniscos. | 27 |
| Figura 5 | Imagem radiográfica com as marcações para medição indireta da largura (B) e profundidade (A) do menisco lateral em humanos. | 27 |

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo geral	10
2.2	Objetivos específicos	11
3	REVISÃO	11
3.1	Menisco – anatomia e fisiologia	11
3.2	Sinais clínicos de afecção meniscal em cães	14
3.3	Exames complementares para o diagnóstico de lesões meniscais em cães	15
3.4	Lesões meniscais em cães	18
3.5	Tratamento	20
3.6	Transplante de menisco em humanos	22
3.6.1	Objetivos e indicações	22
3.6.2	Técnicas cirúrgicas de TM em humanos	23
3.6.3	Colheita, preservação e preparo do menisco doador em humanos	25
3.6.4	Determinação do tamanho do menisco doador	26
4	CONCLUSÃO	28
	REFÊNCIAS BIOBLOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

As alterações articulares são corriqueiras em pequenos animais. O joelho está entre as articulações mais frequentemente acometidas. Diversos problemas são reconhecidos, sendo o mais comum, a insuficiência de ligamento cruzado cranial (ILCCr) em cães. Diversos trabalhos têm demonstrado a associação desta lesão ligamentar com lesões em menisco medial, podendo estar presente em até 70% dos casos no momento da correção cirúrgica da ILCCr e também pode ocorrer no pós-operatório tardio. A relevância das lesões meniscais reside no fato de comprometer a distribuição de cargas na articulação do joelho, mesmo após a correção da ILCCr, uma vez que tem função de amortecer e distribuir as forças de pressão, além de adaptar as superfícies articulares do fêmur e tíbia. Portanto, lesões de menisco, assim como seu tratamento através da ressecção parcial ou total, acarretam aumento de pressão de forma anormal sobre as cartilagens articulares do fêmur e tíbia, o que em médio prazo pode levar a doença articular degenerativa (DAD) grave. A meniscectomia era o tratamento de escolha em lesões meniscais de cães, apesar de suas consequências em longo prazo. Nos últimos 30 anos tem se estudado muito sobre a biologia, fisiologia e as forças biomecânicas que atuam na articulação femorotibial, sobre a função dos meniscos e o tratamento destas afecções em humanos. O transplante de menisco se apresentou como uma alternativa com bons resultados em pacientes humanos, nos quais o reparo das lesões meniscais e a meniscectomia parcial não são possíveis. Na veterinária, recentes estudos sobre a distribuição de forças na articulação do joelho de animais saudáveis e com lesões de menisco, realizados a fim de elucidar e guiar quanto ao melhor tratamento para estas afecções, comprovam alterações importantes na biomecânica articular decorrentes de meniscectomia parcial ou total. A partir destes estudos, ficou evidente a necessidade de buscar novas alternativas de tratamento que possam oferecer melhor qualidade de vida aos nossos pacientes, em casos de lesões meniscais graves. Em razão disto, o presente projeto tem por objetivo desenvolver a técnica de transplante alógeno de menisco com plugue ósseo em cães (ex vivo) e a colheita de menisco doador (ex vivo). Assim como, descrever um método de mensuração radiográfica do menisco em cães (ex vivo).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever a técnica de transplante alógeno de menisco medial com plugue ósseo em cadáveres de cães. Descrever a aplicabilidade, em cadáveres de cães, do método indireto usado em humanos para estimar o tamanho do menisco que será utilizado no transplante.

2.2 Objetivos específicos

Descrever a técnica de transplante alógeno de menisco medial com plugue ósseo em cadáveres de cães.

Descrever a técnica de colheita do menisco medial com plugue ósseo em cadáveres de cães.

Descrever e avaliar a aplicabilidade do método indireto, usado em humanos, para estimar o tamanho do menisco que será utilizado no transplante em cadáveres de cães.

3 REVISÃO

3.1 Menisco – anatomia e fisiologia

A articulação femorotibial é a principal articulação do joelho e compreende a superfície do fêmur convexa medial e lateral e a superfície achatada da tíbia (KOWALESKI; BOUDRIEAU; POZZI, 2012). Os meniscos são placas de fibrocartilagem presentes entre as cartilagens articulares do fêmur e da tíbia, tornando-as congruentes (GETTY, 1986), auxiliando na dissipação de cargas e na absorção de energia, ajudam a proporcionar estabilidade rotacional e varo-valga, além de auxiliar na lubrificação da articulação (JOHNSON; HULSE, 2005).

Os meniscos estão ancorados a superfície tibial, na área intercondilar cranial e caudal, através dos ligamentos meniscotibiais craniais e caudais. Existe ainda o ligamento transverso, que liga as extremidades craniais dos dois meniscos (Figura 1). A porção caudal do menisco lateral é fixa a fossa intercondilar do fêmur pelo ligamento meniscofemoral (EVANS; De LAHUNTA, 2010). Segundo os mesmos autores, o menisco medial é fixado no ligamento colateral medial e movimenta-se somente quando o joelho é flexionado. Já o menisco lateral é separado do ligamento colateral lateral pelo tendão que se origina do poplíteo, por esta razão quando o joelho é flexionado a tíbia rota medialmente e o menisco lateral movimenta-se caudalmente sobre o côndilo tibial. Em razão de o menisco medial ser mais fixo que o lateral, quando há ILCCr e conseqüente deslocamento cranial da tíbia, pode ocorrer esmagamento excessivo ou forças de cisalhamento sobre o mesmo, resultando em descolamento

meniscocapsular ou separação na substância meniscal. Diferente do que ocorre em seres humanos, a lesão da cartilagem do menisco em cães e gatos raramente ocorre de forma primária, geralmente está associada a lesão do ligamento cruzado cranial (JOHNSON; HULSE, 2005).

O ligamento cruzado cranial se origina na porção caudomedial da fossa intercondilar do fêmur no côndilo lateral, se estende em direção distal cranial e se insere na área intercondilar da tíbia. Ele tem por função limitar o deslocamento medial e cranial da tíbia. O ligamento cruzado caudal tem origem proximal na fossa intercondilar do fêmur, no côndilo medial e se estende em direção caudal, na região intercondilar mais medial, se inserindo no limite com a fossa poplítea, imediatamente caudal ao ligamento caudal do menisco (EVANS; De LAHUNTA, 2010).

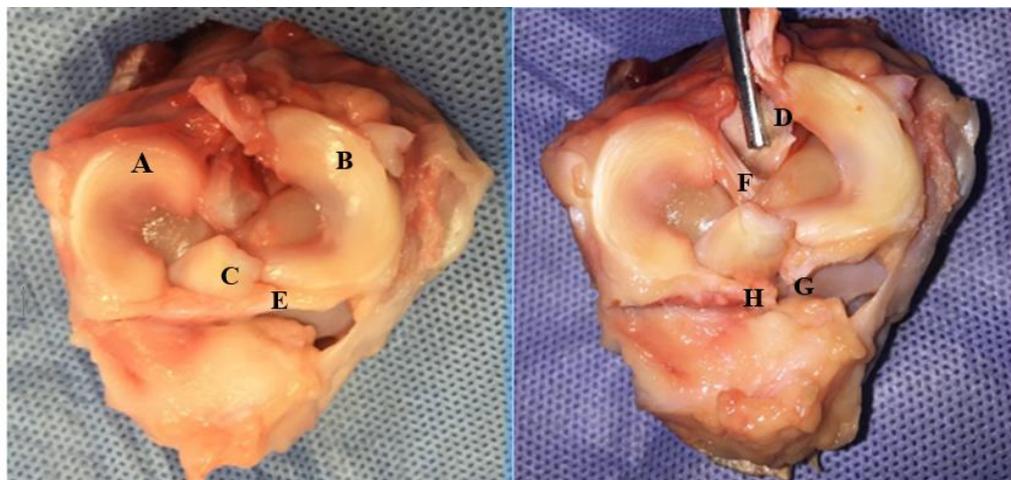
O suprimento sanguíneo do menisco no cão se origina de uma reflexão do leito vascular sinovial, denominada franja sinovial, presente nas superfícies femoral e tibial dos meniscos, a qual supre de 15 a 25% da periferia do menisco e é conhecida por zona vermelha devido ao suprimento sanguíneo que recebe. O restante do menisco em grande parte é avascular e é dividido em zona branca e zona vermelho-branca, a qual tem presente um pequeno número de vasos. O suprimento sanguíneo é organizado em um plexo capilar perimeniscal, que se origina a partir das artérias geniculares medial e lateral. A relativa avascularidade dos meniscos é um fator importante na hora de decidir sobre o tratamento de lesões meniscais. O suprimento sanguíneo na periferia do menisco favorece o reparo de lesões na zona vermelha. Outro fator como a presença de degeneração e/ou cronicidade da lesão devem ser consideradas na decisão de quando reparar ou ressecionar o menisco lesionado (KOWALESKI; BOUDRIEU; POZZI, 2012).

Os meniscos têm forma de “C” ou rim, em corte sagital, seu formato lembra um triângulo irregular, para se adaptar as duas superfícies. Sua borda na periferia é espessada e fixa na parte interna da cápsula articular. A espessura vai afunilando até a borda interna que é livre. A superfície proximal é côncava e está em contato com a superfície do côndilo femoral enquanto que a superfície distal do menisco é reta e em contato com o côndilo tibial (KOWALESKI; BOUDRIEU; POZZI, 2012).

O menisco é responsável por muitas funções importantes na articulação do joelho, incluindo distribuição, sustentação e absorção de cargas, além da estabilidade articular. O formato e estrutura do menisco permitem que a carga exercida sobre ele seja dissipada de forma radial e em direção as suas extremidades (cornos cranial e caudal), devido a seu arranjo de fibras. As suas inserções cranial e caudal são fundamentais para a sua função de distribuição de

cargas, devido a resistência a forças que se desenvolvem sob a carga axial. Durante o apoio do membro, o contato entre o côndilo femoral e o menisco aumenta, e o aumento da área de contato criada pela interface diminui o estresse das cartilagens articulares do fêmur e tíbia, protegendo contra danos mecânicos (KOWALESKI; BOUDRIEU; POZZI, 2012). Um exemplo da importância das inserções do menisco está evidente no estudo realizado por Pozzi, Kim e Lewis (2010), que avaliaram o efeito da ruptura ligamento meniscotibial caudal sobre a biomecânica de contato em cadáveres de cães com ILCCr e submetidos a TPLO. Foram avaliados a área de contato do compartimento medial, pico de pressão e localização do pico de pressão. Observou-se diminuição da área de contato, e um aumento da magnitude do pico de pressão. Não houve deslocamento do pico de pressão, no entanto, houve uma diferença significativa na transmissão de carga caudomedial depois da secção. O percentual de carga que atravessou a articulação na metade caudal do compartimento medial foi de $79\pm 10\%$ para $97\pm 12\%$. Os resultados obtidos sugerem que a secção do ligamento meniscotibial caudal alterou a função de sustentação de peso do menisco medial e o que resultará em mudanças significativas na mecânica de contato femorotibial medial, acarretará um impacto negativo sobre a homeostase da cartilagem, predispondo a degeneração do compartimento medial após a TPLO.

Figura 1 – Estruturas anatômicas da superfície tibial de cadáver de cão, vista superior. A- menisco medial, B- menisco lateral, C- ligamento cruzado cranial, D- ligamento cruzado caudal, E –Ligamento transverso, F- ligamento meniscotibial caudal do menisco medial, G- ligamento transverso rompido, H- ligamento meniscotibial cranial do menisco medial.



Fonte: próprio autor.

A função do menisco como estrutura de suporte de carga foi demonstrada em estudo que realizou meniscectomia total em um grupo de ovelhas e avaliaram as articulações em 2, 4 e 12 meses, e observaram que a meniscectomia total causou alterações que induzem mudanças

na superfície articular e no osso subcondral dois meses após o procedimento, como degeneração moderada sobre a zona de apoio no platô tibial e leve a moderada esclerose subcondral e edema. E quatro meses depois, houve a presença de grave degeneração da cartilagem com grandes áreas de erosão, esclerose importante do osso subcondral e presença de osteófitos e edema (KELLY *et al.*, 2006).

Em outro estudo foram avaliadas as alterações na mecânica de contato quando seccionado o ligamento meniscotibial caudal e hemimeniscectomia do menisco medial, e resultaram em alterações na transmissão normal de carga para o compartimento medial. Sugerindo que qualquer lesão nos meniscos, periferia e ligamentos altera a função de distribuição de cargas à articulação (POZZI *et al.*, 2008).

As alterações de contato entre as superfícies articulares do fêmur e tíbia, após meniscectomia, promovem a destruição da mesma, causando fissuras profundas e diminuição da espessura do tecido cartilágneo (ENGLUND; LOHMANDER, 2006).

3.2 Sinais clínicos de afecção meniscal em cães

O diagnóstico presuntivo de lesão meniscal em cães é realizado através do histórico e exame clínico com presença de ILCCr. A claudicação de membro pélvico tem como causa mais comum a deficiência do ligamento cruzado cranial, principalmente em cães de porte grande. Vários estudos demonstraram ser frequente lesões meniscais concomitantes com deficiência de LCC, como Thieman (2009) que em 254 animais submetidos a cirurgia para estabilização LCCr 108 apresentaram lesões meniscais, Ritzo (2014) constataram que em 72% dos joelhos submetidos a cirurgia de estabilização de ILCCr em um total de 223 casos, apresentaram lesões meniscais. A grande variação das taxas de lesões encontradas em diversos trabalhos, de 20 a 70% depende da sensibilidade do método de diagnóstico, do tipo de lesão de ligamento, se parcial ou total e do tempo de ILCCr (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010).

Comumente, cães com lesões de menisco e ruptura de ligamento cruzado cranial tem mais dor e claudicação nos estágios subagudos ou crônicos do que se tivessem apenas ruptura do ligamento cruzado cranial (LCCr. Com bastante frequência o proprietário relata melhora inicial da claudicação, seguida pela piora, a medida que o menisco é lesado pela instabilidade (JOHNSN; HULSE, 2005).

Wustefeld-Janssens (2016) compararam o pico de força vertical (PFV) e impulso vertical (IV) em placa de força, de cães com ILCCr com e sem lesão meniscal e observaram que cães com ILCCr ou lesões meniscais, que foram tratados no momento da cirurgia, tiveram

significante diminuição de PFV e IV em relação ao grupo sem lesão meniscal. O PFV foi semelhantemente baixo para cães com ruptura completa ou parcial, e o IV foi mais baixo para cães com ruptura total de LCCr. Portanto, a ILCCr ou lesão de menisco tem importante contribuição na graduação da claudicação.

Ao exame clínico há presença de estalido e/ou crepitação em cães com lesão meniscal. A presença de tumefação firme na linha medial da articulação também é bastante comum (JOHNSN; HULSE, 2005). Kalff e colaboradores (2011) observaram em estudo de 357 joelhos com ILCCr que 115 (32,2%) destes apresentaram concomitantemente lesões meniscais, e dos membros com lesões meniscais, 63% apresentaram o estalido meniscal ao exame clínico.

Dillon (2014) realizaram estudo que determinaram os fatores de risco para a doença meniscal e a precisão do diagnóstico clínico em 80 cães com deficiência de LCCr. Observaram que cães com dor a flexão do joelho foram 4,3 vezes mais propensos a ter doença meniscal do que os cães sem dor a flexão, e que cães com insuficiência completa de LCCr teriam 9,6 vezes mais propensos a apresentar lesão meniscal do que os cães que apresentaram insuficiência parcial. O estalido durante o exame clínico, aumentou a precisão do diagnóstico de lesão meniscal em um fator de 11,3 vezes. E por fim, a combinação das avaliações de estalido durante a manipulação e a presença de dor a flexão do joelho proporcionou precisão diagnóstica de 76%.

3.3 Exames complementares para o diagnóstico de lesões meniscais em cães

O diagnóstico da ILCCr é clínico, mas no caso de suspeita de lesões meniscais, estas são confirmadas realmente durante a artrotomia ou artroscopia exploratória. Os exames complementares simples como os exames radiográficos não são elucidativos para lesões cartilagueas, mas devem ser realizados para descartar outras alterações ou comorbidades que mimetizem os sinais clínicos de ILCCr. Outros exames disponíveis são ultrassonografia, artroscopia, ressonância magnética e tomografia computadorizada (WHITNEY, 2003).

Mahn (2005) compararam os achados ultrassonográficos de 12 membros de 10 cães com os achados artroscópicos quanto a lesões meniscais em menisco lateral e medial e encontraram sensibilidade e especificidade para o diagnóstico ultrassonográfico de 90% e 92,9% respectivamente e concluíram que estes valores se aplicam para lesões em alça de balde em meniscos mediais de cães. Portanto é um exame não invasivo, com alta precisão, o qual pode

fornecer informações importantes para os proprietários e cirurgiões acerca da integridade meniscal.

A ressonância magnética (RM) em humanos é o exame de escolha para detecção de lesões em menisco medial, mostrando alta sensibilidade e boa especificidade (KARAM *et al.*, 2007). Blond (2008) desenvolveram um protocolo de imagem do joelho para ressonância magnética baseado na aparência dos ligamentos cruzados e meniscos em cães normais. Seguindo a essa avaliação inicial, determinaram a acurácia da RM de campo fechado para diagnosticar lesões meniscais em cães. Foram avaliados 11 cães que apresentaram ILCCr naturalmente. Foram submetidos ao exame antes da cirurgia. Cinco lesões no menisco medial foram corretamente diagnosticadas e 19 meniscos normais foram corretamente caracterizados. Em um menisco medial, foram visibilizadas alterações as quais consistiam com degeneração meniscal e não foram observadas durante a cirurgia. Em relação ao menisco lateral, houve um diagnóstico falso positivo, mas isso representou uma variação normal. Um outro menisco lateral apresentou alterações de imagem compatíveis com degeneração, mas não foram observadas na cirurgia. A RM de campo fechado apresentou 100% de sensibilidade e 94% de especificidade para diagnosticar lesões meniscais, podendo ser útil para a seleção do acesso cirúrgico em membros afetados com lesões meniscais e diminuir a necessidade de artrotomia.

Taylor-Brown (2014) utilizaram RM de campo fechado para detecção de lesões tardias de menisco medial em cães tratados para ILCCr com TTA. Analisaram as imagens de oito joelhos de cães de grande porte submetidos a TTA, os quais apresentaram sinais clínicos de lesão meniscal e fizeram RM e posteriormente compararam aos achados cirúrgicos. Destes animais, seis tiveram lesões visibilizadas nas imagens de RM e confirmados cirurgicamente durante artrotomia, os outros dois não apresentaram lesões nas imagens e nem durante artrotomia. Os meniscos laterais pareceram intactos nas imagens e na cirurgia também. Os artefatos gerados pelos implantes de TTA estavam presentes em todas as imagens, mas não afetaram a avaliação das estruturas intra-articulares. A RM demonstrou ter acurácia no diagnóstico de lesão meniscal tardia.

Como alternativa a RM, tem se mostrado eficiente a artrografia por tomografia computadorizada (ATC), com duplo detector em espiral, com semelhante sensibilidade e especificidade (VANDE BERG *et al.*, 2002). Tivers; Mahoney; Corr (2008) realizaram estudo com 20 membros de cães da raça beagle, dividindo em 2 grupos, um somente com ILCCr e outro com ILCCr e lesão em menisco medial, realizados por artrotomia, onde compararam a imagem dos joelhos antes e após as lesões para avaliar a sensibilidade e especificidade da ATC em cadáveres de cães. Para tanto utilizaram um tomógrafo espiral de 4ª geração, os membros

foram posicionados em decúbito lateral com o platô tibial paralelo ao eixo do carrinho, os cortes foram feitos dorsalmente com 1,5mm, cranial da patela até a fabela e de medial para lateral, todas as imagens foram obtidas com algoritmo de 100.0 mA e 120.0kV. Conseguiram identificar bem os ligamentos cruzados cranial e caudal, meniscos medial e lateral, o ligamento menisco-femoral e o tendão digital extensor longo e concluíram que a ATC tem sensibilidade de 90% e especificidade de 100% para diagnosticar lesões caudais feitas no menisco medial em joelhos de cadáveres de cães. A semelhança do estudo em cadáveres, Tievers (2009) realizaram ATC em 20 animais de rotina com ILCCr, e em 21 joelhos, detectaram lesões em menisco medial em 14, a avaliação retrospectiva dessas imagens teve 71% de sensibilidade e 100% de especificidade para detecção das lesões. A acurácia deste exame na detecção de lesões no menisco medial foi boa, é uma técnica minimamente invasiva e parece ser vantajosa principalmente para aqueles animais que já realizaram cirurgia para ILCCr.

Pozzi; Hildreth; Rajala-Schultz (2008) avaliaram a sensibilidade e especificidade da artroscopia para diagnóstico de lesões no menisco medial, bem como, e utilização da sonda de palpação no auxílio diagnóstico de lesões meniscais em 30 membros de cadáveres de cães. Foram divididos em 4 grupos com lesões diferentes no menisco medial e um grupo sem lesões. As avaliações das lesões foram feitas por observação e sondagem. A artroscopia com auxílio da sonda de palpação foi o método mais sensível e específico para avaliação do menisco quanto a lesões. A artroscopia proporciona método minimamente invasivo de diagnóstico precoce de lesões parciais antes que as alterações degenerativas ocorram. Infelizmente muitos veterinários são relutantes em indicar a artroscopia exploratória quando não há instabilidade evidente ao exame clínico (WHITNEY, 2003).

Na medicina veterinária exames como RM, TC e artroscopia são mais dispendiosos economicamente ou não existem longe de grandes centros, logo, não são realizados de forma rotineira. Portanto, os meniscos devem ser inspecionados sempre por artrotomia exploratória durante o procedimento para a correção da ILCCr, em busca de lesões meniscais (WUSTEFELD-JANSSENS *et al.*, 2016). Ferrigno (2012) realizaram levantamento de lesões meniscais associadas a ruptura de ligamento cruzado cranial, durante a estabilização e constataram que de 82 pacientes, 75,82% apresentaram lesões no menisco medial, o que demonstra a importância da avaliação dos mesmos, antes da correção da instabilidade ligamentar. Hayes; Langley-Hobbs; Jeffery (2010) também fizeram estudo avaliando a presença de lesões meniscais durante o procedimento cirúrgico em 443 joelhos com ILCCr em 366 cães, e 161 (36,6%) apresentaram lesões no menisco medial. Estes mesmos autores avaliaram ainda neste estudo os fatores de risco para lesões meniscais associados a ruptura de

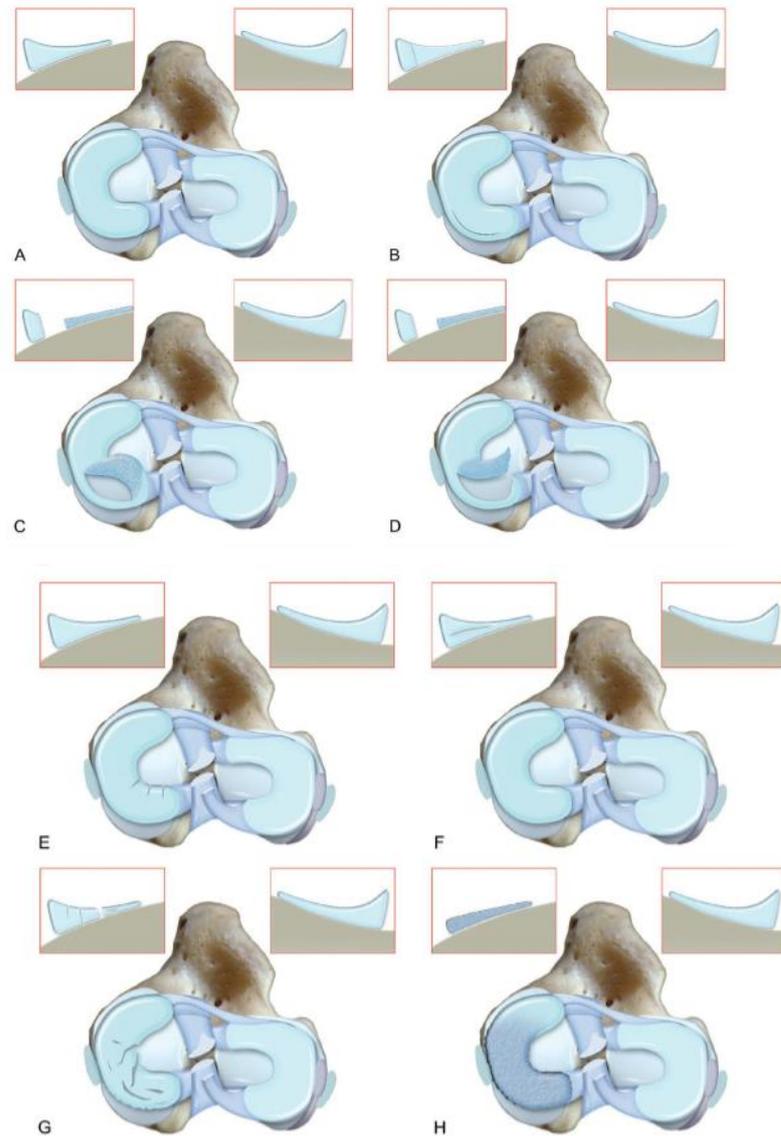
ligamento cruzado e concluíram, dentre outras coisas que, o risco de lesões em menisco medial aumenta 12,9 vezes com ruptura total do ligamento cruzado cranial e aumenta aproximadamente 2,6% por semana adicional de claudicação. Com isso, fica evidente a necessidade da avaliação minuciosa dos meniscos para presença de lesões e correção precoce da instabilidade do joelho.

3.4 Lesões meniscais em cães

Existem diversas classificações para as lesões meniscais, conforme sua aparência, localização, formato e extensão (Figura 2). Com a utilização da artroscopia, a iluminação e magnificação da imagem, diferentes características de lesões meniscais puderam ser observadas. A seguinte classificação foi baseada em achados artroscópicos (WHITNEY *et al.*, 2003): longitudinal, a lesão ocorre desde a superfície tibial do menisco até a superfície femoral ou vice-versa, podendo ser incompleta (sem deslocamento) ou completa (com deslocamento), conhecida como lesão em “alça de balde”. Oblíquo ou *flap*, pode ser único ou duplo, normalmente inicia como rasgo vertical, torna-se em “alça de balde” e então o rasgo aumenta em um dos lados, ficando preso somente em uma extremidade (*flap*). E se essa lesão for crônica, pode ocorrer maceração do *flap*. Radial, são rasgos verticais que ocorrem desde a borda interna livre do menisco em direção a periferia, geralmente ocorrem no menisco lateral, no corno cranial. Horizontal, quando é incompleto pode ser difícil de visualizar, mesmo com a pinça de palpação para menisco e pode não ser diagnosticado em muitos casos. Esse tipo de lesão ocorre no plano horizontal e está frequentemente associado a outras lesões e envolvido em processos degenerativos. A exploração com a sonda deve ser cuidadosa na borda do menisco. Complexa, são combinações de lesões, como em “alça de balde” e horizontal. Normalmente é encontrado em processos crônicos e está presente com frequência eversão da porção caudal do menisco. É provável que a subluxação femorotibial cause lesões em múltiplos planos. Degenerativa, nesses casos sinais de degeneração (coloração amarelo pálido, fibrilação da superfície e amolecimento da cartilagem) podem ser vistos junto com qualquer tipo de lesão, mas o tipo mais comum são lesões complexas (WHITNEY *et al.*, 2003).

As lesões mais comuns em cães são, eversão do pólo caudal, longitudinal e alça de balde. Em estudo retrospectivo realizado no Brasil por Dal bó (2014) com 117 joelhos, a lesão de maior prevalência no menisco medial, foi de eversão de pólo caudal, sendo responsável por 32,5% dos casos. Diferentemente de Wustefeld-Janssens (2016), observaram que dos 40 animais estudados, 18 apresentaram lesões meniscais, e todos em “alça de balde”.

Figura 2- Tipos de lesões de menisco: A- menisco intacto, B- lesão vertical longitudinal, C- lesão em alça de balde, D- lesão em *flap*, E- lesão radial, F- lesão horizontal, G- lesão complexa, H- lesão degenerativa.



Fonte: KOWALESKI; BOUDRIEAU; POZZI (2012).

As lesões de menisco medial ocorrem quando a tíbia na ILCCr desloca-se cranialmente e esmaga o menisco entre o côndilo femoral. Em estudo realizado por Messmer; Schmokel; Schawalder (2001) utilizando 18 membros de cadáveres de cães, através de um sensor posicionado abaixo do menisco medial, mensuraram as pressões de contato sobre os cornos cranial e caudal do menisco durante flexão e extensão do membro e antes e depois da secção do LCCr. Observaram que, com o LCCr íntegro, a maior pressão sobre o corno cranial ocorria durante a extensão e sobre o corno caudal durante a flexão do membro. Já com o LCCr rompido,

houve um aumento de pressão sobre os dois cornos, mas as maiores anormalidades foram observadas sob o corno caudal do menisco medial, confirmando a importância desta porção do menisco e inserções na função de distribuição de cargas.

3.5 Tratamento

A despeito de todas as alterações que produz na articulação, a meniscectomia foi o tratamento de escolha, por um longo período de tempo, para lesões de menisco. O resultado obtido era excelente a curto prazo. No entanto, os resultados a longo prazo não eram bons devido a lesões na cartilagem e subsequente DAD (LUCENA *et al.*, 2010).

A meniscectomia parcial é realizada com uma lâmina de bisturi número 11, pela incisão do menisco na porção axial, iniciando na borda da lesão cranial e caudalmente, deixando a área da periferia do menisco intacta (THIEMAN *et al.*, 2010).

A meniscectomia total inicia pela secção dos ligamentos intermeniscais cranial e caudal. Deve-se cuidar para não lesionar a superfície e cápsula articulares. O menisco é então tracionado cranialmente. A dissecação continua com uma lâmina de mesmo número, o menisco então é liberado de suas inserções caudais na cápsula e ligamento colateral medial. E por fim é liberado do ligamento tibial caudal (JOHNSON; HULSE, 2005).

A preservação do menisco tem ganhado espaço nos últimos anos no tratamento de lesões em humanos. O cirurgião deve considerar a natureza da lesão na sua decisão por reparar ou ressecar parcial ou completamente o menisco (KONAN; HADDAD, 2010; HUTCHINSON *et al.*, 2013).

Existem diversas técnicas de sutura do menisco na medicina humana, dentre elas suturas horizontais, verticais ou cruzadas (BORDEN *at al.*, 2003; ABDELKAFY *et al.*, 2006). Também implantes bioabsorvíveis, como parafusos e pinos. Dentre as técnicas de reparo não existe comprovação científica de que uma obtenha resultado melhor que as demais uma vez que os resultados clínicos apresentados não acompanharam os pacientes a longo prazo (STÄRKE *et al.*, 2009). Há indicação para o reparo de menisco, em lesões não degenerativas que se localizem na periferia e lesões associadas a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) com alto índice de sucesso no reparo e consequente restauração da biomecânica do joelho na distribuição de cargas, eliminando o desgaste que ocorreria com o contato das superfícies do fêmur e tíbia sem o menisco e diminuindo assim o risco de DAD (ANDRIACCHI *et al.*, 2004; KONAN; HADDAD, 2010).

Os trabalhos de biomecânica das lesões tentam elucidar e direcionar as condutas quanto ao melhor tratamento de lesões meniscais. Na veterinária, somente Thieman (2010) estudaram os efeitos biomecânicos de três tipos de sutura meniscal (horizontal, vertical e cruzada) e meniscectomia parcial nos mecanismos de contato em joelhos de cadáveres de cães. Concluíram que as três técnicas de sutura de menisco restauraram os mecanismos normais de contato no compartimento medial do joelho, com um defeito em alça de balde. Ao contrário, na meniscectomia parcial, que apresentou aumento de 57% na pressão média de contato e 55% no pico pressão de contato. Baseado nestes resultados, os autores indicam o reparo de lesões periféricas envolvendo a zona vascular, se o parênquima da porção axial do menisco medial estiver normal. Meniscectomia parcial deve ser considerada para lesões axiais e lesões degenerativas. Mas os autores relatam serem necessários mais estudos para determinar uma boa técnica de reparo que possa ser usada clinicamente em cães, baseado na força de fixação e de fácil aplicação.

Thieman (2009) realizaram estudo para determinar quais lesões de menisco tem indicação de meniscectomia por comprometerem a biomecânica do joelho. Foram avaliados cinco tipos de lesões (radial, vertical longitudinal, em alça de balde irreduzível, aba e complexa) no menisco medial de cadáver de joelho canino. Observaram uma diferença significativa no pico de pressão de contato entre o grupo controle e alça de balde não redutível, *flap* e lesão complexa, um aumento de 45%. Ao contrário em relação ao pico de pressão de contato entre o grupo controle e o grupo das lesões radial e vertical longitudinal não foi observado diferença significativa. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os grupos para a área de contato. Com base neste resultado em cadáveres, os autores recomendam a meniscectomia de lesões em alça de balde irreduzível, aba e complexa pois aumentam em muito o contato destas regiões, favorecendo lesões de cartilagem e consequente osteoartrose. Já as lesões do tipo vertical longitudinal e radial não causaram mudança significativa na mecânica de contato, tendo a indicação para o reparo destas lesões. No entanto, segundo os autores, estudos experimentais e clínicos devem ser realizados para aperfeiçoar o reparo deste tipo de lesão em cães.

Pozzi; Tonks; Ling (2010) avaliaram a área e pressão de contato femorotibial em diferentes meniscectomias parciais do pólo caudal do menisco medial em cadáveres e constataram que em meniscectomias de 30% não houve alterações significativas na biomecânica dos meniscos na superfície, mas em meniscectomias de 75% ocorreram alterações significativas na função biomecânica dos meniscos e na mecânica de contato femorotibial,

sendo aconselhado pelos autores que se leve em consideração estes fatos na decisão sobre o tratamento de lesões meniscais em cães.

O trabalho realizado por Choate (2013), dentre outros, comprovou a importância do menisco na biomecânica do joelho. Foram mensuradas as alterações de pressão de contato em joelhos de cadáveres de cães antes e depois de enxerto osteocondral em um defeito na cartilagem condilar femoral, com e sem meniscectomia e concluíram que o enxerto de cartilagem restaurou a pressão normal de contato com o menisco intacto e a meniscectomia deve ser evitada nestes casos, por aumentar a pressão de contato e comprometer os resultados do enxerto osteocondral.

A restauração anatômica e funcional do menisco tem o potencial de resolver a dor e melhorar a deficiência do mesmo em humanos (COLE; FARR, 2002). Na veterinária novas modalidades para tratamento e reparo das lesões meniscais devem ser vislumbradas futuramente (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010).

3.6 Transplante de menisco em humanos

3.6.1 Objetivos e indicações

O objetivo do transplante de menisco (TM) é prevenir a degeneração progressiva da articulação, que é esperada após a meniscectomia, ou seja, tem um efeito condroprotetor (KELLY *et al.*, 2006). A experiência clínica com transplante de menisco tem redefinido as indicações para este procedimento em humanos (RODEO, 2001).

O TM é indicado em casos sintomáticos os quais não tiveram resposta a nenhum tratamento clínico, como a utilização de muletas, perda de peso, a realização de exercícios ou atividades de baixo impacto e utilização de fármacos. Quando essas terapias falham em promover alívio da dor o TM é indicado (LEE *et al.*, 2012; FARR; GERSOFT, 2004).

O sucesso do TM vai depender da escolha apropriada do paciente, normalmente pacientes jovens (até 50 anos) e que apresentam frequentemente histórico anterior de meniscectomia parcial ou total com dor persistente localizada no compartimento afetado do joelho (LEE *et al.*, 2012; FARR; GERSOFT, 2004). Tão importante quanto a idade do paciente é a classificação das lesões da cartilagem articular, sendo indicado o TM em pacientes que apresentam degeneração osteocondral até grau II. Portanto, pacientes com grau III e IV de DAD e colapso do espaço articular geralmente são contraindicados para este procedimento (RODEO, 2001). Em casos de lesões localizadas em áreas de pressão de contato durante a flexão, estes

pacientes devem ser cuidadosamente avaliados, o ideal é que estas lesões sejam no côndilo femoral e que sejam realizados outros procedimentos de recuperação destas áreas, como enxerto osteocondral e correção da instabilidade do LCA concomitantemente ou em cirurgias subsequentes para que sejam restabelecidas as propriedades biomecânicas normais ao joelho de forma a não comprometer nenhum dos procedimentos de reconstrução da articulação femorotibial (CHOATE *et al.*, 2013). A presença de processos inflamatórios e/ou infecciosos contraindicam o procedimento (FARR; GERSOFT, 2004).

Degeneração de um compartimento do joelho é comumente associada a deformidade varo/valga. Existe normalmente algum grau de deficiência de menisco no compartimento envolvido e na verdade, a deformidade varo/valga progressiva pode ser o resultado de uma meniscectomia prévia. É comum a realização de osteotomia corretiva sem TM, mas é conhecido que ocorre recorrência de sintomas e DAD depois da osteotomia corretiva. Portanto, é indicada a osteotomia corretiva com TM concomitantemente ou de forma estadiada nestes casos de deformidade varo/valga ou sequelas de má união de fraturas graves com bons resultados pós-operatórios (RODEO 2001; AMENDOLA, 2007; SHERMAN *et al.*, 2014).

3.6.2 Técnicas cirúrgicas de TM em humanos

O transplante de menisco alógeno foi desenvolvido na Alemanha na década de 1980. Foi realizado em 15 ovelhas, fixado por suturas na inserção dos cornos anterior e posterior e na cápsula articular do leito receptor, para testar a forma de preservação do menisco, liofilizado e congelado. Depois realizaram o transplante em 22 pessoas e acompanharam por 14 meses. Realizaram artroscopia oito meses após e observaram que os meniscos diminuíram de tamanho em ambas as formas de conservação e concluíram de forma geral se obteve resultados melhores com implantes congelados (MILACHOWSKI; WEISMEIER; WIRTH, 1989).

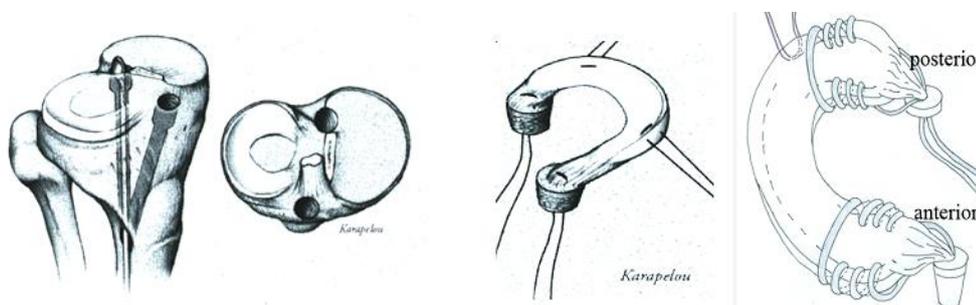
Atualmente, existem várias técnicas de transplante alógeno de menisco em humanos, com e sem enxerto osteocondral (fragmento ósseo), e que podem ser realizadas por artrotomia, artroscopia ou artroscopia assistida (FARR; COLE, 2002; DEBERARDINO, 2005; LUCENA *et al.* 2010).

A técnica de transplante alógeno de menisco sem enxerto osteocondral inicia com o desbridamento dos resquícios dos ligamentos meniscais e preparo do leito receptor. Então dois túneis ósseos são perfurados nos locais anatômicos de inserção dos cornos anterior e posterior do menisco. São colocadas duas suturas nas extremidades do menisco e outra sutura é colocada a 1,5cm do corno posterior. Esta última auxilia a posicionar o menisco no local correto do leito

receptor. Os outros fios de sutura são passados pelos túneis respectivamente anterior e posterior e o menisco é então suturado na capsula (LUCENA *et al.*, 2010).

Muitos estudos foram desenvolvidos e as técnicas aprimoradas e adaptadas para realização por artroscopia e diversos ensaios clínicos e estudos retrospectivos foram realizados (RATH *et al.*, 2001; SEKIYA *et al.*, 2006; HA *et al.*, 2011) comprovando bons resultados clínicos. O transplante de menisco passou a ser realizado com fragmento de osso por promover melhor fixação nos cornos anterior e posterior, através de plugues ou pontes ósseas, além das suturas na tíbia, e na cápsula articular, e modificações para artroscopia como ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Esquema representando a localização de perfuração dos túneis anterior e posterior na superfície tibial, pré-inserções de suturas em menisco (Fonte: Globe et al., 2000), plugue modificado no corno posterior menor, para cirurgia artroscópica .



Fonte: HA *et al.* (2004)

Alhalki; Howell; Hull (1999) compararam biomecanicamente três técnicas de transplante de menisco em humanos, realizando autoenxerto, para determinar qual método restaurava ou aproximava do normal a mecânica de contato do joelho. As pressões foram mensuradas no joelho normal, depois era removido e então reimplantado utilizando três métodos de TM. A mecânica de contato do enxerto com plugue ósseo foi o mais próximo do normal. No entanto, a pressão máxima foi significativamente maior do que no joelho intacto. A adição de suturas periféricas nem piorou nem melhorou a mecânica do joelho. A fixação dos cornos com suturas meniscais não pode ser recomendada, ao contrário do TM com plugues ósseos.

Apesar de o TM com plugue ósseo aproximar os valores das pressões de contato dos valores normais de contato, especial cuidado deve ser dado a posição em que ficarão os cornos meniscais, pois um erro de posicionamento pode levar a alterações na biomecânica do joelho,

segundo Sekaram, Hull, Howell (2002) em estudo realizado avaliando a posição deslocada do local de inserção dos cornos.

3.6.3 Colheita, preservação e preparo do menisco doador em humanos

Os enxertos de menisco devem ser colhidos de forma estéril, no bloco cirúrgico, dentro de 24 horas do óbito. O banco de enxertos de menisco humano realiza um levantamento do doador, com histórico clínico e social e exames sorológicos para o vírus da imunodeficiência humana, hepatites B e C. Para diminuir a chance de infecção alguns profissionais usam uma solução antimicrobiana, que pode consistir de antissépticos (iodofor e álcool) ou de antibióticos (polimixina B ou gentamicina) ou ambos. No entanto, estas soluções podem não penetrar no tecido mais profundo e manter algum foco profundo de infecção. Os enxertos podem ser esterilizados com gás óxido de etileno e radiação gama, no entanto estes métodos atingem somente a superfície (VANGSNESS *et al.*, 2003).

Existem muitos estudos que avaliaram a forma de conservação e esterilização do enxerto de menisco e a influência destes processos na articulação (MILACHOWSKI; WEISMEIER; WIRTH; 1989; MACNICKLE *et al.*, 2009). O menisco pode ser preservado de várias formas, fresco, criopreservado, congelado e liofilizado (RODEO, 2001).

O congelamento é o método mais simples e amplamente utilizado para conservação do enxerto de menisco. A temperatura utilizada é de -80°C e pode ser armazenado por 3 a 5 anos, As células são destruídas, mas nenhum efeito deletério clínico foi observado, devido a relativa acelularidade do menisco (VANGSNESS *et al.*, 2003).

Um método que também é bastante difundido, é a preservação a fresco sob refrigeração, desta forma o enxerto contém células viáveis no momento do transplante, enquanto congelado e liofilizado não. No entanto, aloenxerto a fresco necessita ser transplantado em até 24 dias, às vezes, resultando em dificuldades de logística, uma vez que tem que aguardar os exames de triagem do doador (RODEO, 2001; VANGSNESS *et al.*, 2003).

Pennock (2006) realizaram estudo que avaliou a influência do volume de osso subcondral na viabilidade do enxerto osteocondral durante armazenamento aos 14 e 28 dias e observaram que ocorreu um declínio na densidade de condrócitos, na síntese de proteoglicanos e viabilidade de condrócitos, principalmente na região superficial, depois de 14 dias de armazenamento em solução a 4°C , mas não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos com maior e menor volume de osso subcondral tanto aos 14 como aos 28 dias de

armazenamento. Concluíram que o volume de osso subcondral não influencia na degradação do aloenxerto durante o armazenamento prolongado.

Antes de colocar o enxerto no leito receptor e depois de descongelado, este é lavado abundantemente e sob pressão, com solução fisiológica, para a remoção de sangue e medula que possa estimular reação imunológica (VANGSNESS *et al.*, 2003; GLOBE, 2000).

3.6.4 Determinação do tamanho do menisco doador

O sucesso do TM em humanos depende em grande parte do tamanho exato entre o menisco do doador e receptor, além de serem específicos para cada compartimento do joelho. Pequena variação é aceitável e ainda permite recuperar a função do menisco. Para que se obtenha o tamanho de peça correto existem alguns métodos. Pode-se usar a altura e o peso do doador, e por dados semelhantes do receptor, inferir o tamanho dos meniscos, mas este método não é muito utilizado. O dimensionamento pode ser feito através de radiografias simples, desde que, os níveis de magnificação sejam conhecidos, ou tomografia computadorizada ou ressonância magnética (NISSEN, 2003).

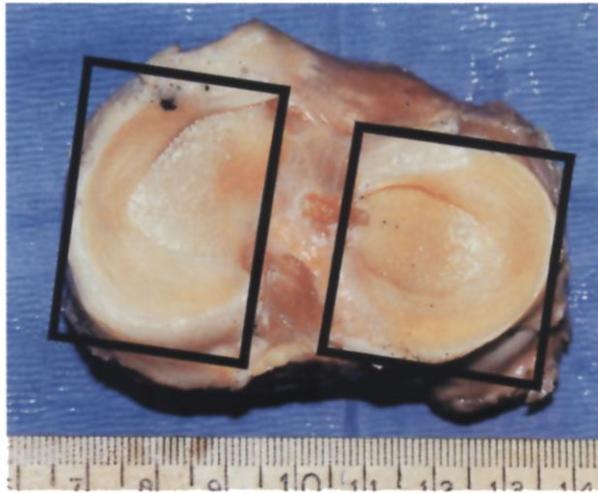
O mais difundido é o método proposto por Pollard; Kang; Berg (1995), que dimensionaram o tamanho do menisco através de sua relação com estruturas ósseas nas radiografias pré-operatórias nas posições lateral e anteroposterior. Se o menisco for maior poderá sofrer extrusão e inadequada distribuição de forças. Mas se for subdimensionado, acarretará um aumento de carga e incongruência com o côndilo femoral.

Devido ao seu formato e ao fato das inserções anterior e posterior dos meniscos não serem alinhadas em um plano sagital simples, o comprimento e a largura do menisco são difíceis de obter. No entanto Pollard; Kang; Berg (1995) desenharam um retângulo com limite medial formado pelas inserções dos ligamentos meniscais e tangentes dos bordos cranial, lateral e caudal do menisco medial, perpendiculares a linha medial (Figura 4) para determinação do tamanho do menisco de forma direta.

O dimensionamento indireto do menisco, foi obtido correlacionado as medidas realizadas na radiografia contrastada do menisco e pontos anatômicos radiográficos (Figura 5). No posicionamento radiográfico mediolateral foi mensurado a área que inicia na borda anterior até a posterior do platô tibial e no posicionamento anteroposterior foi mensurado a área a partir da borda da tíbia até a eminência, no platô tibial. Após as correções da magnificação da imagem, as medidas radiográficas foram relacionadas com as mensurações do menisco obtidas de forma direta. Os autores deste trabalho observaram que o comprimento do menisco equivalia a 80%

do comprimento entre os pontos determinados para as mensurações obtidas no posicionamento mediolateral. Já no posicionamento anteroposterior o menisco compreendia a mensuração das estruturas anatômicas determinadas, ou seja, 100% da medida.

Figura 4 – Superfície da tíbia humana, sobre a qual foi desenhado um retângulo para mensuração dos meniscos.



Fonte: POLLARD; KANG; BERG (1995).

Figura 5 - Imagem radiográfica com as marcações para medição indireta da largura (B) e profundidade (A) do menisco lateral em humanos.



Fonte: Pollard, Kang e Berg (1995).

A ressonância magnética (RM) permite medir as dimensões do menisco de forma direta, com alto grau de acurácia. Prodomus (2007) compararam as medidas obtidas através da RM e do método indireto, pela medição do platô tibial e obtiveram resultado significativamente melhor, mais preciso com a RM.

4 CONCLUSÃO

É possível realizar e descrever a técnica de transplante alógeno de menisco medial em cadáveres de cães.

É possível realizar e descrever a técnica de colheita de enxerto de menisco medial com plugue ósseo em cadáveres de cães.

É possível inferir o tamanho do menisco medial em cadáveres de cães através do método indireto, o qual realiza mensurações em radiografias simples, nos pontos anatômicos da superfície tibial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAGAARD, H.; JÖRGENSEN, U.; BOJSEN-MÖLLER, F. Reduced degenerative articular cartilage changes after meniscal allograft transplantation in sheep. **Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA**, v. 7, p. 184–191, 1999.
- ABDELKAFY, A. *et al.* The “Cruciate Suture” for Arthroscopic Meniscal Repair: A New Technique. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v.22, n.10, p.1134.e1-1134.e5, 2006.
- ABEL, S.B.; HAMMER, D.L., SHOTT, S. Use of the proximal portion of the tibia for measurement of the plateau angle in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, vol. 64, n. 9, p. 1117-23, 2003.
- ALHALKI, M.M; HOWELL, S.M.; HULL, M.L. How Three Methods for Fixing a Medial Meniscal Autograft Affect Tibial Contact Mechanics. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 3, p. 320-328, 1999.
- AMENDOLA, A. Knee Osteotomy and Meniscal Transplantation: Indications, Technical Considerations, and Results. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**. v.15, p.32–38, 2007.
- ANDRIACCHI, T.P. *et al.* A framework for the in vivo pathomechanics of osteoarthritis at the knee. **Annals of Biomedical Engineering**, v.32, p.447–457, 2004.
- AULAKH, K. S. *et al.* Effect of stifle angle on the magnitude of the tibial plateau angle measurement in dogs with intact and transected cranial cruciate ligament: A cadaveric study. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, n. 4, p. 272–278, 2011.
- BARONI, E. *et al.* Comparison of radiographic assessments of the tibial plateau slope in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 5, p. 586–589, 2003.
- BLOND, L. *et al.* Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for meniscal tears in dogs affected with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 49, n. 5, p. 425–431, 2008.
- BONASIA, D. E.; AMENDOLA, A. Combined medial meniscal transplantation and high tibial osteotomy. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 18, n. 7, p. 870–873, 2010.
- BORDEN, *et al.* Biomechanical Comparison of the FasT-Fix Meniscal Repair Suture System with Vertical Mattress Sutures and Meniscus Arrows. **The american journal of sports medicine**, v.31, n.3, p.374-378, 2003.
- CHOATE, C.J. *et al.* Effect of lateral meniscectomy and osteochondral grafting of a lateral femoral condylar defect on contact mechanics: a cadaveric study in dogs. **BMC Veterinary Research**, v.9, 2013.
- COLE, B.J; FARR, J.; Meniscus transplantation: bone bridge in slot technique. **Operative Techniques in Sports Medicine**, v.10, n.3, p 150-156, 2002.
- DAL-BÓ, Í. DOS S. *et al.* Correlação entre ruptura de ligamento cruzado cranial e lesão de meniscomedial em cães. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1426–1430, 2014.
- DEBERARDINO, T. M. Arthroscopically assisted meniscal allograft transplantation. **Operative Techniques in Sports Medicine**, v. 13, n. 4, p. 227–232, 2005.

DILLON, D. E. et al. Risk factors and diagnostic accuracy of clinical findings for meniscal disease in dogs with cranial cruciate ligament disease. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 4, p. 446–450, 2014.

ELLIOTT, D. M. *et al.* Joint degeneration following meniscal allograft transplantation in a canine model: Mechanical properties and semiquantitative histology of articular cartilage. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 10, n. 2, p. 109–118, 2002.

ENGLUND, M.; LOHMANDER, L.S. Meniscectomy and osteoarthritis: what is the cause and what is the effect?, **Future Rheumatology**, p. 207, 2006.

EVANS, H.E.; De LAHUNTA, A. The skeletal and muscular system. In: **Guide to the dissection of the dog**. 7^a ed., Saint Louis: Saunders Elsevier, p.69-74, 2010.

FARR, J.; COLE, B.J. Meniscus transplantation: Bone bridge in slot technique. **Operative Techniques in Sports Medicine**. 10(3), p 150-6, 2002.

FARR, J.; GERSOFT, W. Current meniscal allograft transplantation. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. Vol 12, N.1, p. 69-82, 2004.

FERRIGNO, C. R. A. *et al.* Ruptura de menisco associada à ruptura de ligamento cruzado cranial em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 4, p. 301–306, 2012.

FETTIG, A. A *et al.* Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament-deficient stifle joints. **Veterinary Surgery**, v. 32, n. 5, p. 471–478, 2003.

FRANKLIN, S.; GILLEY, R.; PALMER, R. Meniscal injury in dogs with cranial cruciate ligament rupture. **Compendium Continuing Education for Veterinarians (Yardley, PA)**, v. 32, n. 10, p. E1–E11, 2010.

GEMMILL, T. J.; FARRELL, M. Evaluation of a Joint Distractor to Facilitate Arthroscopy of the Canine Stifle Veterinary Surgery. **Veterinary Surgery**, v. 38, p. 588–594, 2009.

GETTY, R. Sindesmologia. In: GETTY, R. **Sisson e Grossman – Anatomia dos animais domésticos**, v. 1, 5^a ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 33-37, 1986.

GOBLE, M. Meniscal allograft technique. **Operative Techniques in Orthopaedics**, v. 10, n. 3, p. 220–226, 2000.

GOUVEIA, A. S. Preservação do membro em cães com osteossarcoma apendicular através congelamento em nitrogênio líquido: viabilidade em cadáveres e aplicação clínica. **Tese de doutorado**. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

HA, J. K. *et al.* Medial meniscus allograft transplantation using a modified bone plug technique: Clinical, radiologic, and arthroscopic results. **Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 27, n. 7, p. 944–950, 2011.

HAYES, J.M.; LANGLEY-HOBBS, S.J.; JEFFERY, N.D. Risk factors for medial meniscal injury in association with cranial cruciate ligament rupture. **Journal of Small Animal Practice**, v.51, 630–634, 2010.

HUTCHINSON, I.D. *et al.* Restoration of the Meniscus - Form and Function. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 4, p.987-998, 2013.

JOHNSON, A.N.; HULSE, D.A. Artropatias. In: FOSSUM, T.W. et al., **Cirurgia de pequenos animais**, 2^a ed., São Paulo: Roca, p.1122-1124, 2005.

- KALFF, S.; MEACHEM, S.; PRESTON, C. Incidence of Medial Meniscal Tears after Arthroscopic Assisted Tibial Plateau Leveling Osteotomy. **Veterinary Surgery**, v. 40, n. 8, p. 952–956, 2011.
- KARAM, F. C. *et al.* A ressonância magnética para o diagnóstico das lesões condrais, meniscais e dos ligamentos cruzados do joelho. **Radiologia Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 179–182, 2007.
- KELLY, B. T. *et al.* Meniscal Allograft Transplantation in the Sheep Knee: Evaluation of Chondroprotective Effects. **American Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 9, p. 1464–1477, 2006.
- KONAN, S.; HADDAD, F.S. Outcomes of Meniscal Preservation Using All-inside Meniscus Repair Devices. **Clinical Orthopaedic and Related Research**, v.468, p.1209–1213, 2010.
- KOUKOUBIS, T. D. *et al.* Meniscal fixation with an absorbable staple. An experimental study in dogs. **Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA**, v. 5, n. 1, p. 22–30, 1997.
- KOWALESKI, M. P.; BONDRIEU, R. J. e POZZI, A. Stifle joint. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. **Veterinary Surgery: small animal**. St. Louis: Elsevier Saunders, v. 1, p. 906-998, 2012.
- KURTZ, C. A.; BONNER, K. F.; SEKIYA, J. K. Meniscus Transplantation Using the Femoral Distractor. **Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 22, n. 5, p. 3–5, 2006.
- LEE, A.S. *et al.* Allograft Meniscus Transplantation. **Sports and Medicine Arthroscopy Review**, v.20, p.106–114, 2012.
- LEE, Y. H. D.; CABORN, D. N. M. A new technique for arthroscopic meniscus transplant using soft tissue fixation and anatomical meniscal root reinsertion. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 20, n. 5, p. 904–908, 2012.
- LUCENA, G.G. *et al.* Meniscal allograft transplantation without bone blocks: a 5 to 8 year follow up of 33 patients. **Arthroscopy: The journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v.26, n.12, p 1633-1640, 2010.
- MACNICKLE, A.G. *et al.* Performance of a Sterile Meniscal Allograft in an Ovine Model. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.467, p.1868–1876, 2009.
- MAHN M. M. *et al.* Arthroscopic verification of ultrasonographic diagnosis of meniscal pathology in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 34, n. 4, p. 318–323, 2005.
- MCDERMOTT, I. D. *et al.* An anatomical study of meniscal allograft sizing. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 12, n. 2, p. 130–135, 2004.
- MESSMER, M.; SCHMOKEL, H.; SCHAWALDER, P. Intraarticular measurement of forces acting on the canine medial meniscus during motion. **Veterinary and Comparative orthopaedics and traumatology**, v. 14, n. 3, p. 13-138, 2001.
- MILACHOWSKI, K. A; WEISMEIER, K.; WIRTH, C. J. Homologous meniscus transplantation. Experimental and clinical results. **International orthopaedics**, v. 13, n. 1, p. 1–11, 1989.
- NISSEN, C. W. The keyhole technique for meniscal transplantation. **Operative Techniques in Sports Medicine**, v. 11, n. 2, p. 156–160, 2003.
- PENNOCK, A.T. *et al.*, Does subchondral Bone Affect the Fate of Osteochondral Allografts During Storage? **The American Journal of Sports Medicine**, vol 34, n.4, 586-591, 2006.

POLLARD, M. E.; KANG, Q.; BERG, E. E. Radiographic sizing for meniscal transplantation. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 11, n. 6, p. 684–687, 1995.

POZZI, A. *et al.* Pressure distributions on the medial tibial plateau after medial meniscal surgery and tibial plateau levelling osteotomy in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 21, p. 8–14, 2008.

POZZI, A.; HILDRETH, B. E.; RAJALA-SCHULTZ, P. J. Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology: An ex vivo study. **Veterinary Surgery**, v. 37, p. 749–755, 2008.

POZZI, A.; KIM, S.E.; LEWIS, D.D. Effect of Transection of the Caudal Menisco-Tibial Ligament on Medial Femorotibial Contact Mechanics. **Veterinary Surgery**, n. 39, p. 489–495, 2010.

POZZI, A.; TONKS, C.; LING HY.; Femorotibial contact mechanics and meniscal strain after serial meniscectomy. **Veterinary Surgery**, n. 39 (4), p.482-8, 2010.

PRODOMUS, C.C. *et al.* Magnetic Resonance Imaging Measurement of the Contralateral Normal Meniscus Is a More Accurate Method of Determining Meniscal Allograft Size Than Radiographic Measurement of the Recipient Tibial Plateau. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v.23, n.11, p. 1174-1179, 2007.

PROFFEN, B.L. *et al.* A comparative anatomical study of the human knee and six animal species. **Knee**, v. 19, n. 4, p. 493–499, 2012.

RATH, E. *et al.* Meniscal Allograft Transplantation - Two to Eight year Results. **The American Journal of Sports Medicine**, Vol 29, n. 4, p. 410-4, 2001.

REIF, U. *et al.* Influence of Limb Positioning and Measurement Method on the Magnitude of the Tibial Plateau Angle. **Veterinary Surgery**, v. 33, p. 368–375, 2004.

RITZO, M. E. *et al.* Incidence and type of meniscal injury and associated long-term clinical outcomes in dogs treated surgically for cranial cruciate ligament disease. **Veterinary surgery**, v. 43, n. 8, p. 952–958, 2014.

RODEO, S.A. Meniscal Allografts—Where Do We Stand?. **The American Journal of Sports Medicine**, v.29, n. 2, p.246-261, 2001.

ROOSTER, H.; BRUIN, T.; BREE, H.V. Morphology and Function of the Cruciate Ligaments. IN: MUIR, P. **Advances in the canine cranial cruciate ligament**, p.5 –12, 2010.

SEKARAN, S. V.; HULL, M. L.; HOWELL, S. M. Nonanatomic location of the posterior horn of a medial meniscal autograft implanted in a cadaveric knee adversely affects the pressure distribution on the tibial plateau. **The American journal of sports medicine**, v. 30, n. 1, p. 74–82, 2002.

SEKIYA, J.K. *et al.* Clinical Outcomes Following Isolated Lateral Meniscal Allograft Transplantation. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v.22, n.7, p 771-780, 2006.

SHELTON, W.R., DUKES, A. D.; Meniscus Replacement with bone anchors: a surgical technique. **Arthroscopy**. 10 (3), p. 324-7, 1994.

SHERMAN, S.L. *et al.* Fresh osteochondral transplantation for the knee: current concepts. **Journal of American Academy of Orthopaedics surgeon**, v.22, p.121-133, 2014.

SONG, E. K.; LEE, K. B. Biomechanical Test Comparing the Load to Failure of the Biodegradable Meniscus Arrow Versus Meniscal Suture. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 15, n. 7, p. 726–732, 1999.

STÄRKE, C. *et al.* Current concepts: meniscal repair. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 25, n. 9, p. 1033-1044, 2009.

TAYLOR-BROWN, F. *et al.* Magnetic resonance imaging for detection of late meniscal tears in dogs following tibial tuberosity advancement for treatment of cranial cruciate ligament injury. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 27, p. 141–146, 2014.

THIEMAN, K.M. *et al.* Contact Mechanics of Simulated Meniscal Tears in Cadaveric Canine Stifles. **Veterinary Surgery**, v.38, p.803–810, 2009.

THIEMAN, K. M. *et al.* Comparison of contact mechanics of three meniscal repair techniques and partial meniscectomy in cadaveric dog stifles. **Veterinary Surgery**, v. 39, n. 3, p. 355–362, 2010.

TIVERS, M. S. *et al.* 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**, v. 50, n. 7, p. 324–332, 2009.

TIVERS, M. S.; MAHONEY, P.; CORR, S. A. Canine stifle positive contrast computed tomography arthrography for assessment of caudal horn meniscal injury: A cadaver study. **Veterinary Surgery**, v. 37, n. 3, p. 269–277, 2008.

VANDE BERG, B.C. *et al.*: Anterior cruciate ligament tears and associated meniscal lesions: assessment at dual-detector spiral CT arthrography. **Radiology**, v. 223, p. 403–409, 2002.

VANGSNESS, C.T. *et al.* Allograft Transplantation in the Knee: Tissue Regulation, procurement, Processing, and Sterilization. **The American Journal of Sports and Medicine**, v.31, n. 3, p. 474-481, 2003.

VON LEWINSKI, G. *et al.* The influence of nonanatomical insertion and incongruence of meniscal transplants on the articular cartilage in an ovine model. **American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 5, p. 841–850, 2008.

WANG, H. *et al.* Bone Plug Versus Suture-Only Fixation of Meniscal Grafts: Effect on Joint Contact Mechanics During Simulated gait. **American Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 7, p. 1682–1689, 2014.

WAVREILLE, V. *et al.* Suture - Free Technique for Canine Ureteral Resection - Anastomosis Using a Microvascular Anastomotic System: A Cadaveric Study. **Veterinary Surgery**, v. 44, p. 17–22, 2015.

WHITNEY, W.O. Arthroscopically assisted surgery of the stifle joint. In: BEALE, B.S. *et al.*, **Small Animal Arthroscopy**, Philadelphia: Saunders, p.117-157, 2003.

WILMES, P. *et al.* Radiographic guided drilling of bony tibial tunnels for fixation of meniscus transplants using percentage references. **Knee Surgery, Sports, Traumatology and Arthroscopy**, v. 19, p. 168–173, 2011.

WUSTEFELD-JANSSENS, B. G. *et al.* Peak Vertical Force and Vertical Impulse in Dogs With Cranial Cruciate Ligament Rupture and Meniscal Injury. **Veterinary Surgery**, v. 45, n. 1, p. 60–65, 2016.

YOLDAS, E. A *et al.* Arthroscopically assisted meniscal allograft transplantation with and without combined anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA**, v. 11, p. 173–182, 2003.

YOON, J.R. *et al.*; Is radiographic measurement of bony landmarks reliable for lateral meniscal sizing? **American Journal of Sports Medicine**. 39(3):582–9, 2011.