

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

**RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO REDONDO COM  
EMPREGO DE AUTOENXERTO DE TENDÃO**

**REBECA BASTOS ABIBE**

**Botucatu – SP**

**2021**

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

**RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO REDONDO COM  
EMPREGO DE AUTOENXERTO DE TENDÃO**

**REBECA BASTOS ABIBE**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Titular Sheila Canevese  
Rahal

**Co-orientador:** Professor W. Brian Saunders

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCN. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Abibe, Rebeca Bastos.

Reconstrução do ligamento redondo com emprego de autoenxerto de tendão / Rebeca Bastos Abibe. - Botucatu, 2021

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

Orientador: Sheila Canevese Rahal

Coorientador: W. Brian Saunders

Capes: 50501003

1. Coelhos. 2. Articulação de quadril. 3. Luxação do quadril - Tratamento. 4. Cirurgia. 5. Transplante Autólogo. 6. Tendões.

Palavras-chave: Articulação do quadril; Cirurgia; Coelhos; Luxação do quadril; Tratamento.

Nome do autor: Rebeca Bastos Abibe

**TÍTULO: RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO REDONDO COM EMPREGO DE  
AUTOENXERTO DE TENDÃO**

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Titular Sheila Canevese Rahal

Presidente da banca e orientadora

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal

FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Ana Liz Garcia Alvez

Membro

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal

FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Fernando De Biasi

Membro

Departamento de Clínicas Veterinárias

UEL – Londrina

# Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa de Mestrado (Processo no. 19/14711-2).

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

À FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), convênio número 01.12.0530.00.

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

À minha orientadora professora Sheila que sempre esteve comigo e me apoiou durante a residência e mestrado sempre me incentivando, inspirando e orientando com maestria tanto profissionalmente quanto como pessoa.

À minha família e amigos que me deram suporte e apoio em cada momento de estresse ou alegria durante esse período, entenderam minha ausência, me deram amparo e trouxeram paz em meio ao caos.

À toda a equipe do projeto, por me ajudarem a manejar, realizar todos os exames, avaliações e procedimentos cirúrgicos. Sem vocês não seria possível.

Ao Dr. Pedro Debieux e a Dra. Camila Cohen por se disponibilizarem a me ensinar os primeiros passos da reconstrução ligamentar e pelas dúvidas sanadas durante o projeto.

I am also thankful to the kindly support of professor W. Brian Saunders who was always cheerful and open to share his knowledge.

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

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – PQ 301585/2017-2), e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos; Grant 01.12.0530.00).

# Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELA.....	viii
LISTA DE SIGLAS.....	ix
<b>Resumo.....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>2</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>3 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>20</b>
<b>Artigo científico.....</b>	<b>21</b>
<b>Anexo I .....</b>	<b>57</b>

# Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Foto da cápsula articular coxofemoral incisada com visualização parcial da cabeça femoral.....	26
<b>Figura 2.</b> Cápsula articular coxofemoral suturada com fio ácido poliglicólico 910 nº 5-0.....	26
<b>Figura 3.</b> Tendão do músculo semitendinoso isolado.....	27
<b>Figura 4.</b> Tendão do músculo semitendinoso excisado medindo aproximadamente 5,5 cm.....	27
<b>Figura 5.</b> Fio de náilon tracionado em sua posição final na extremidade do enxerto tendíneo.....	28
<b>Figura 6.</b> Fio de náilon em dupla laçada sobre a extremidade dobrada do enxerto tendíneo.....	28
<b>Figura 7.</b> Esquema ilustrativo da preparação do enxerto do tendão do semitendinoso para reconstrução do ligamento <i>ligamentum teres</i> em coelho....	28
<b>Figura 8.</b> Conformação final das suturas nas extremidades do enxerto tendíneo.....	29
<b>Figura 9.</b> Conformação final do enxerto tendíneo após colocação da trava acetabular.....	29
<b>Figura 10.</b> Colocação da trava em cavilha no orifício acetabular.....	29
<b>Figura 11.</b> Fixação do enxerto com botão em cavilha no orifício na base do trocanter maior.....	29
<b>Figura 12.</b> Mensuração do diâmetro da coxa no ponto médio entre o côndilo lateral do fêmur e o trocanter maior.....	31
<b>Figura 13. A.</b> Avaliação goniométrica em extensão da articulação coxofemoral. <b>B.</b> Avaliação goniométrica em flexão da articulação coxofemoral.....	31
<b>Figura 14. A.</b> Posicionamento ventrodorsal para exame radiográfico. <b>B.</b> Posicionamento mediolateral do membro pélvico direito com o membro contralateral abduzido.....	32
<b>Figura 15. A.</b> Hemipelve direita com fêmur direito. <b>B.</b> Abertura da cápsula articular com exposição intra-articular. <b>C.</b> Avaliação da integridade do enxerto na articulação coxofemoral direita G2. <b>D.</b> Avaliação da superfície articular coxofemoral.....	34

- Figura 16.** Gráfico da circunferência da coxa do membro operado (cm) no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do G1 (capsulorrafia) e G2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso)..... 37
- Figura 17.** Gráfico a esquerda comparando separadamente os valores médios da circunferência da coxa de todos os momentos de G1 (capsulorrafia) e G2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso), em que  $G1 > G2$ . À direita, o gráfico representa os valores da circunferência da coxa de  $G1+G2$  em cada momento, observando-se uma curva crescente..... 37
- Figura 18.** Gráfico das médias da extensão dos momentos de cada grupo (G1 – capsulorrafia, G2 - substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso). Nota-se média do ângulo de extensão M3G1 maior que em G2 e M4G2 maior que M4G1.  $M3G1 \mu=45,62 \pm 12,65$ ;  $M4G2 \mu=35,58 \pm 10,28$  40
- Figura 19.** Gráfico das médias da flexão dos momentos de cada grupo (G1 – capsulorrafia, G2 - substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso). Nota-se média do ângulo de flexão de M3G1 expressivamente menor que o G2.  $M3G1 \mu=139,23 \pm 9,54$  (134,30;144,16).  $p < 0,05$ ..... 40
- Figura 20.** Gráfico das médias da amplitude de movimento dos momentos de cada grupo (G1 – capsulorrafia, G2 - substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso). Observa-se que em M3 de G1 os valores médios foram abaixo dos valores médios gerais dos dois grupos. Em M4 de G2 há diminuição no valor médio da amplitude de movimento, retornando a amplitude em M5..... 41
- Figura 21.** **A-** Coelho do G1M4 apresentando subluxação da articulação coxofemoral direita. **B-** Coelho do G2M3 apresentando luxação coxofemoral direita com a trava acetabular em cavilha deslocada. **C-** Coelho do G2M4 com sinais severos de osteoartrite com proliferação óssea periarticular e diminuição da densidade óssea acetabular, remodelamento da cabeça e colo femoral. **D-** Coelho do G2M3 com fratura femoral em espiral em terço médio..... 42
- Figura 22.** **A-** Congruência articular entre a cabeça do fêmur (seta branca) e o acetábulo (seta amarela). **B-** Congruência parcial (seta vermelha) da articulação coxofemoral entre a cabeça do fêmur (seta branca) e o acetábulo (seta amarela). **C-** Discreta incongruência e irregularidade das superfícies articulares (seta azul) e reorganização das fibras musculares (seta amarela). **D-** Reatividade com líquido dos tecidos moles (seta laranja), luxação coxofemoral (seta azul) e irregularidade e sinais de osteoartrite (seta amarela)..... 44
- Figura 23.** **A-** Espessamento leve-moderado da cápsula articular coxofemoral (seta branca). **B-** Espessamento intenso da cápsula articular coxofemoral (seta preta)..... 47

**Figura 24.** A- Trava em cavilha inserido no orifício acetabular (seta preta), vista medial da hemipelve direita. B- Lesão articular grau 4 com erosões na cabeça femoral (setas brancas). C- Auto enxerto tendíneo do músculo semitendinoso íntegro intra-articular no quadril (seta amarela). D- Ruptura parcial das fibras do autoenxerto tendíneo do músculo semitendinoso (seta preta)..... 47

**Figura 25.** Visualização de início da fixação biológica do enxerto ao túnel ósseo através de extensões de fibras de colágeno semelhantes a fibras de Sharpey (seta preta). Presença de vasos sanguíneos no enxerto (setas vermelhas). HE 400x. O. Osso. E. Enxerto..... 48

**Figura 26.** A- Imagem da superfície articular saudável na articulação não submetida ao procedimento cirúrgica dos coelhos. B- Imagem da superfície articular de coelho do G2 sem luxação ou subluxação articular. C- Imagem da superfície articular com erosões e irregularidades da superfície (setas pretas). D- Espessamento da cápsula articular em coelho do G2 sem alteração na organização das fibras. HE 500x..... 48

# Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Valores da circunferência da coxa do membro operado (cm) no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do Grupo 1 (capsulorrafia) e Grupo 2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso)..... 36
- Tabela 2.** Valores goniométricos (graus) de flexão, extensão e amplitude de movimento no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do Grupo 1 (capsulorrafia) e Grupo 2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso)..... 39
- Tabela 3.** Complicações observadas no G1 (capsulorrafia) e G2 – (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso), conforme momentos de avaliação (M1 - pré-operatório; M2 - 48 horas, M3 - 15 dias, M4 - 30 dias; M5 - 90 dias após o procedimento cirúrgico)..... 43
- Tabela 4.** Avaliações ultrassonográficas relativas à cápsula articular (+ presença, - ausência de espessamento), musculatura adjacente (+ organizado, - desorganizado), congruência articular (S – sim, N - não), superfície articular (R - regular, I - irregular) aos 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do Grupo 1 (capsulorrafia) e Grupo 2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso)..... 45

## Lista de Siglas

LT:	<i>Ligamentum teres</i>
G1:	Grupo 1
G2:	Grupo 2
M:	Momento 1,2,3,4,5
Mg:	Miligramma
Kg:	Quilogramma
IM:	Intramuscular
Cm:	Centímetros
kV:	Quilovolts
mAs:	Miliamperes
kW:	Quilowatts
mHz:	mega-hertz
HE:	Hematoxilina e Eosina

**ABIBE, R.B. Reconstrução do ligamento redondo da cabeça do fêmur com autoenxerto de tendão.** Botucatu, 2021. 57p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o tendão do semitendinoso como substituto do *ligamentum teres* (LT) com a técnica de cavilha, empregando o coelho com modelo experimental. Foram utilizados 26 coelhos da raça Norfolk, com aproximadamente 3 meses de idade, que foram randomizados em dois grupos equitativos: G1 – sem reconstrução do LT e capsulorrafia; G2 – reconstrução do LT com uso de autoenxerto de tendão do semitendinoso. Em ambos os grupos o LT foi excisado da articulação coxofemoral direita, sendo que a coleta do autoenxerto no G2 foi no membro contralateral. Os coelhos foram avaliados no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico. Ambos os grupos apresentaram suporte do membro ao solo. A circunferência da coxa mostrou diferenças, sendo G1>G2, exceto em M2. Não houve diferença quanto à goniometria entre grupos em M5. Radiograficamente foram visibilizadas quatro subluxações da articulação coxofemoral em G1, três em M4 e uma em M5. Em G2 ocorreram duas luxações em M3 e uma subluxação em M4, associadas ao deslocamento da cavilha para o orifício acetabular. No exame ultrassonográfico foi visibilizada superfícies articulares irregulares em quatro articulações tanto em G1 como G2 em M5. A integridade do enxerto foi verificada em 77,92% dos coelhos pelo exame macroscópico. Na histologia foi evidenciado o processo inicial de adesão do enxerto ao osso, identificado por fibras colágenas semelhantes às fibras de Sharpey. Conclui-se que a reconstrução de duplo feixe do LT usando tendão semitendíneo autólogo com técnica em cavilha mostrou uma fase inicial de ligamentização aos 90 dias de pós-operatório; contudo, deve ser considerado o viés biomecânico sofrido pelo tendão durante a locomoção.

**Palavras-chave:** Articulação do quadril; Luxação do quadril; Tratamento; Cirurgia; Coelhos.

**ABIBE, R.B. Ligamentum teres reconstruction with a tendon autograft.** Botucatu, 2021. 57p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## **SUMMARY**

This study aimed to evaluate the semitendinosus tendon to replace ligamentum teres (LT) with the toggle technique, using rabbits as an experimental model. Twenty-six Norfolk rabbits with approximately 3 months of age were divided into two equitable groups: G1 - no reconstruction of LT and capsulorrhaphy; G2 - reconstruction of the LT using semitendinosus tendon autograft. In both groups, the LT was removed from the right hip joint. In G2 the autograft was harvested from the left hind limb. The rabbits were evaluated before surgery (M1) and 48 hours (M2), 15 days (M3), 30 days (M4), and 90 days (M5) after surgery. The rabbits supported their limbs on the ground in both groups. The thigh circumference showed differences with G1>G2, except in M2. No significant differences were observed between groups for passive hip range of motion at M5. In the radiographic evaluation of G1, four hip joint subluxations were seen, three at M4 and one at M5. In G2, two hip joint luxations at M3 and one subluxation at M4 were seen. The toggle rod pulled back through the acetabular hole was associated with the luxations and subluxation. Irregular articular surfaces were seen on ultrasonography in four rabbits in each group at M5. Gross evaluation identified tendon graft integrity in 76.92% of the rabbits. Histological analysis revealed graft adhesion to the bone in the early phase comprised of Sharpey-like collagen fibers. In conclusion, the double-bundle reconstruction of the LT using autologous semitendinosus tendon associated with the toggle rod showed an early phase of tendon graft ligamentization at 90 days post-operatively in young rabbits, but biomechanical bias suffered by the tendon during gait motion must be considered.

**Key words:** Hip joint; Luxation, Treatment; Surgery; Rabbit.

# **CAPÍTULO 1**



# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Em pacientes humanos o *ligamentum teres* (LT) foi por muito tempo considerado como uma estrutura redundante na articulação coxofemoral do adulto, porém este conceito se modificou visto o reconhecimento do seu papel na propriocepção, estabilização secundária do quadril e dor após lacerações (BYRD e JONES, 2004; MARTIN et al., 2012; O'DONNELL et al., 2014; WHITE et al., 2018; O'DONNELL et al., 2020).

Há hipóteses, em humanos, que o LT teria um papel na articulação do quadril análogo aquele do ligamento cruzado anterior no joelho (O'DONNELL et al., 2018). Várias funções têm sido atribuídas ao LT, tais como estabilizador rotacional em todas as posições e um estabilizador rotacional primário na flexão maior que 90°, com função descrita como modelo de bola e fita (MARTIN e MARTIN, 2015). Há também citações relativas à participação na nocicepção e na coordenação do movimento (BARDAKOS e VILLAR, 2009; CERAZAL et al., 2010). Tem também sido postulado o envolvimento na distribuição do líquido sinovial dentro da articulação (BARDAKOS e VILLAR, 2009; CERAZAL et al., 2010).

Com esta nova premissa da importância do LT, estudos têm sido realizados em pacientes humanos, promovendo sua substituição com o emprego de tendões na forma de autoenxertos ou mesmo aloenxertos (AMENABAR e O'DONNELL, 2012; LINDNER et al., 2013, WHITE et al., 2018; O'Donnell et al., 2020).

Na perspectiva veterinária, vale citar que quando o LT foi seccionado em modelos animais foi observado um aumento no deslocamento da articulação coxofemoral; entretanto, o dilacerar em humanos não aumenta o risco de deslocamento (CERAZAL et al., 2010; O'DONNELL et al., 2014). Além disso, do ponto de vista clínico a luxação coxofemoral representa uma fração significativa das alterações traumáticas em cães e gatos, geralmente associadas aos acidentes automobilísticos e quedas (McLAUGHLIN, 1995; MOORES, 2006; DECAMP et al., 2016). Ao longo dos anos vários tratamentos têm sido sugeridos para esta afecção, sendo em alguns casos empregado o conservativo, incluindo exercícios, medicações analgésicas e uso de bandagens associadas à redução

fechada (MOORES, 2006; DECAMP et al., 2016). Porém, em pacientes com lesões significativas de tecidos moles, com luxação acompanhada de fratura, luxações consideradas crônicas, ou mesmo em casos de reluxação, o uso de técnicas abertas é o mais indicado (McLAUGHLIN, 1995; MOORES, 2006; MEESON e STRICKLAND, 2021).

Entre os tipos de estabilização comumente usados em pequenos animais estão a sutura ílio-femoral e o pino em Cavilha (*hip toggle pin*), associados, quando possível, à reparação da cápsula articular (capsulorrafia) (DECAMP et al., 2016; MEESON e STRICKLAND, 2021). Estas técnicas simulam a estabilidade articular concedida pelo LT, porém por meio do uso de fio sintético não absorvível, o que pode resultar em maior reação inflamatória e rejeição pelo organismo do paciente.

Neste sentido, o presente estudo se justificou uma vez que visou avaliar a reconstrução do LT com a utilização de autoenxerto, tendo por base o coelho como modelo experimental. Para o desenvolvimento do assunto determinou-se o Capítulo 1 com a inclusão da Introdução e Revisão da Literatura, seguido do Capítulo 2 no qual foi apresentado o Artigo Científico.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 *Anatomia e função do ligamentum teres em humanos*

Entre os elementos que compõem a articulação do quadril podem ser citados: a cápsula articular com três ligamentos principais (íliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral); o ligamento da cabeça femoral; o ligamento transverso do acetábulo; o labrum acetabular, composto predominantemente de fibrocartilagem; e a musculatura adjacente (RANAWAT e KELLY, 2005).

O ligamento da cabeça femoral ou *ligamentum teres* (LT) foi descrito pela primeira vez como o ligamento da articulação do quadril em 130 A.C. por Hegetor, um físico Alexandrino (O'DONNELL et al., 2014). Desde então, inúmeros estudiosos contestaram teorias sobre o seu papel articular, sendo que até o momento ainda não há um consenso universal sobre todas as funções (CEREZAL et al., 2010; AMENABAR e O'DONNELL, 2012; MARTIN et al., 2012; O'DONNELL et al., 2018). Tradicionalmente o LT foi considerado como uma estrutura redundante ou vestigial na articulação coxofemoral do adulto, porém este paradigma tem mudado devido ao reconhecimento do seu papel na propriocepção, estabilização secundária do quadril e dor após lacerações (BYRD e JONES, 2004; MARTIN et al., 2012; O'DONNELL et al., 2014; WHITE et al., 2018; O'DONNELL et al., 2020).

O LT se desenvolve de células mesenquimais rudimentares próximo ao final do segundo mês de gestação e nos últimos quatro meses de gestação sua composição se altera, tornando-se uma estrutura predominantemente fibrosa (CERAZAL et al., 2010). Anatomicamente ele emerge do ligamento transverso do acetábulo por toda a margem inferior acetabular, se ligando ao periósteo por dois fascículos – isquial e púbico (RANAWAT e KELLY, 2005; BARDAKOS e VILLAR, 2009; CERAZAL et al., 2010; O'DONNELL et al., 2014). O ligamento é plano e piramidal em seu aspecto acetabular e muda para uma forma redonda e oval quando se une à fôvea capitis,

que é a área da cabeça femoral desprovida de cartilagem (BARDAKOS e VILLAR, 2009; O'DONNELL et al., 2014). Tem por composição fibras de colágeno tipo I, III e V, sendo que histologicamente as fibras densas tendem a ser ligeiramente menos organizadas e não tão regulares quanto aquelas dos tendões (CERAZAL et al., 2010; O'DONNELL et al., 2018). Além disso, o LT é circundado pelo sinóvio, que é fino e não vascular (BARDAKOS e VILLAR, 2009; O'DONNELL et al., 2018). Seu suprimento sanguíneo é proporcionado pelo ramo anterior da artéria obturatória (BARDAKOS e VILLAR, 2009).

Embora mais estudos sejam necessários para a compreensão exata de todas as funções do LT, com o avanço da artroscopia e a possibilidade de melhor visualização, algumas teorias têm sido propostas e mais estudos efetuados (BARDAKOS e VILLAR, 2009; O'DONNELL et al., 2014; O'DONNELL et al., 2018).

Há hipóteses que o LT teria um papel na articulação do quadril análogo aquele do ligamento cruzado anterior no joelho (O'DONNELL et al., 2018). Testes mecânicos demonstraram uma possível similaridade em estrutura e força do LT com o ligamento cruzado anterior em humanos (O'DONNELL et al., 2014). Um estudo experimental com porcos mostrou que a carga final de falha do LT foi de  $882 \pm 168$  N, valor parecido ao do ligamento cruzado anterior humano, indicando que a função biomecânica tem relevância e provavelmente contribui significativamente para a estabilização da articulação do quadril (WENGER et al., 2007). Por sua vez, em um estudo das propriedades estruturais do LT em um modelo cadavérico humano foi detectada uma carga de falha final média de 204 N (PHILIPPON et al., 2014). Desta forma, foi observado que a carga final para falha de LT em cadáveres humanos mostrou mais similaridade ao ligamento patelofemoral medial e ao ligamento anterolateral do joelho, do que com o ligamento cruzado anterior (O'DONNELL et al., 2018).

Também foi teorizado que o LT apresenta função mecânica de estabilizador do quadril, uma vez que se apresenta tenso em posições instáveis do quadril (flexão, adução e rotação externa) e relaxado na abdução e rotação interna (BARDAKOS e VILLAR, 2009; CERAZAL et al., 2010). Um estudo biomecânico determinou que o LT pode contribuir para a estabilidade, quando o quadril está em rotação externa em  $90^\circ$  flexão e rotação interna em  $20^\circ$  de

extensão (MARTIN et al., 2012). Segundo Martin e Martin (2015), o LT pode ser definido como um estabilizador rotacional em todas as posições e um estabilizador rotacional primário na flexão maior que 90°. Também citaram que a função pode ser descrita como modelo de bola e fita, onde o movimento rotacional da cabeça femoral, que ocorre no plano transversal e frontal, faz com que o LT se envolva ao redor da cabeça femoral.

Quando o LT foi seccionado em modelos animais foi observado um aumento no deslocamento da articulação coxofemoral; entretanto, o dilacerar em humanos não aumenta o risco de deslocamento (CERAZAL et al., 2010; O'DONNELL et al., 2014). Segundo O'Donnell et al. (2018), o LT assume um papel estabilizador secundário na presença de ligamentos capsulares intactos. Contudo, na presença de displasia do quadril ou frouxidão articular, o LT tem um papel mais pronunciado no auxílio da estabilização articular.

Uma outra função citada do LT é na nocicepção e na coordenação do movimento devido à presença de receptores tipo IV (fibras nervosas não mielinizadas), fato determinado em articulações coxofemorais normais e nas displásicas (BARDAKOS e VILLAR, 2009; CERAZAL et al., 2010). Um estudo imuno-histoquímico de LT, que foram obtidos de pacientes submetidos à cirurgia do quadril, também foram identificadas terminações nervosas livres tipo IV, sugerindo que o LT pode estar envolvido na transmissão de sinais aferentes somatosensoriais (LEUNIG et al., 2000).

Embora referido como mais uma função do LT, a perfusão da cabeça femoral é considerada insignificante em adultos (BARDAKOS e VILLAR, 2009). Tem também sido postulado com função a participação na distribuição do líquido sinovial dentro da articulação pelo efeito “limpador de para-brisa” (*windshield wiper*), porém ainda não totalmente comprovado (BARDAKOS e VILLAR, 2009; CERAZAL et al., 2010).

## **2.2 Ruptura do ligamentum teres em humanos**

A lesão do LT é relatada como a terceira causa mais comum de dor no quadril em atletas (CERAZAL et al., 2010; O'DONNELL et al., 2018). A instabilidade articular devido à ruptura total ou parcial do LT produz um efeito de

alavanca na cabeça femoral, o que predispõe à subluxação (PHILIPPON et al., 2012). O ligamento redondo e a cápsula articular são estruturas que contrapõem a força imposta sobre a articulação e quando lesionadas por estiramento, distensões ou rupturas há ocorrência da afecção (MARTIN et al., 2015).

Um estudo artroscópico mostrou que o deslocamento traumático está associado com lesões intra-articulares, sendo entre as mais comuns a ruptura do LT e a presença de fragmentos soltos (PHILIPPON et al., 2009). Segundo Cerazal et al. (2010), a ruptura ligamentar ocasiona instabilidade súbita do quadril, também citada como microinstabilidade. Esta é agravada por atividades físicas, o que após movimentação crônica leva a lesão também da borda acetabular e a lesão cartilaginosa.

Gray e Villar (1997) determinaram três grupos de lesões do LT com base em análise artroscópica: ruptura completa, normalmente associada à um episódio traumático ou procedimento cirúrgico; ruptura parcial, observada em pacientes com história prévia de dor articular; ruptura de ligamento degenerado associado com osteoartrite.

Segundo Cerezal et al. (2010), em doenças como a displasia coxofemoral, o ligamento da cabeça femoral pode apresentar-se espessado, hipertrofiado ou alongado. Associado à esta situação, a tração constante na inserção do LT leva à hipertrofia do ligamento transversal do acetábulo e, conseqüentemente, à diminuição da fossa acetabular. Em casos de displasia coxofemoral na infância, Wenger et al. (2007) sugeriram que a preservação e a transferência do ligamento redondo para aumentar a estabilidade devem ser consideradas como um complemento da redução aberta.

As lesões lacerativas do LT são dificilmente diagnosticadas, pois não há teste clínico designado especificamente para o ligamento (BYRD e JONES, 2004; BARDAKOS e VILLAR, 2009). Ao exame físico, a amplitude de movimento se mantém reduzida ou dolorosa à extensão, flexão, ou pode estar presente a rotação interna (CERAZAL et al., 2010). O uso de exames de imagem avançados como ressonância magnética artrográfica e tomografia computadorizada podem contribuir para o diagnóstico (CERAZAL et al., 2010; O'DONNELL, 2014), porém a artroscopia é a técnica considerada padrão ouro

para o diagnóstico de lesões intra-articulares, como as que ocorrem no LT (RANAWAT e KELLY, 2005; O'DONNELL, 2014; MARTIN e MARTIN, 2015).

### **2.3 Reconstrução do ligamentum teres em humanos**

Antes de citar os casos clínicos em que o LT foi reconstruído, vale citar os materiais mais frequentemente usados para a reconstrução do ligamento cruzado cranial, visto as possíveis similaridades entre as estruturas e o fato que os materiais a serem empregados na reconstrução do LT serem ainda motivo de debate.

O autoenxerto (principalmente o tendão patelar ou o tendão isquiotibial), o aloenxerto e os enxertos sintéticos são os mais empregados para a reconstrução do ligamento cruzado cranial (ROMANINI et al., 2010; SHAERF et al., 2014). Para os aloenxertos em geral se utiliza os tendões do tibial posterior/anterior e do tendão de Aquiles; no entanto, o tendão patelar e os tendões isquiotibiais também estão amplamente disponíveis em alguns países (SHAERF et al., 2014).

Embora não esteja claro qual o enxerto ideal, existe uma óbvia diferença entre enxertos (SHAERF et al., 2014). De acordo com um painel, os autoenxertos são superiores, visto a alta taxa de falha e maior risco de infecção dos aloenxertos e a falta de evidência para o emprego dos enxertos sintéticos (ROMANINI et al., 2010). Além disso, o painel recomenda como primeira escolha o tendão patelar pela alta estabilidade, sendo o tendão isquiotibial indicado somente para indivíduos em que a dor no joelho possa constituir um problema. Por outro lado, em estudo efetuado por Deng et al. (2021) não foram detectadas diferenças na reconstrução artroscópica do ligamento cruzado anterior com um aloenxerto tibial anterior versus o autoenxerto de tendão isquiotibial, após 10 anos de acompanhamento.

Relativo ao LT, Amenabar e O'Donnell (2012) sugeriram que pacientes com algum grau de lassidão de cápsula articular devido aos microtraumas causados por movimentos repetitivos e aqueles com ruptura total ou quase completa do LT, seja de origem traumática ou atraumática, estão entre os que podem ser beneficiados com a reconstrução do LT. O'Donnell et al. (2018)

propuseram o LT como estabilizador secundário na displasia coxofemoral, pois há perda da estabilidade óssea. Os autores citaram o aumento do diâmetro, aumento da elasticidade e irregularidade do ligamento resultante da instabilidade nesta afecção, sugerindo adaptação do LT aos mecanismos de estresse sobre ele impostos.

Lindner et al. (2012) descreveram a técnica empregada para substituição do LT com o uso de autoenxerto ou aloenxerto do músculo semitendinoso. O enxerto deve ser preparado antes da preparação do túnel, sendo este de fita dupla e suturado a um RetroButton. O túnel transtrocanterico se inicia da cortical lateral do trocanter maior, saindo pelo centro da fovea. A perfuração do túnel acetabular é realizada através do túnel femoral. O enxerto é então passado através dos túneis, com auxílio de artroscopia e fluoroscopia. Uma vez que o botão for virado, a tensão é colocada no enxerto. Um parafuso de interferência de polietileno (Arthrex) é usado para fixação femoral do enxerto.

White et al. (2018) empregaram o autoenxerto do músculo tibial anterior para tratar um paciente de 15 anos de idade com instabilidade recorrente do quadril. Via artroscopia o remanescente do LT foi desbridado antes de realizar o túnel no colo femoral. O enxerto foi enrolado através de uma sutura construída no final do dispositivo ToggleLoc. A sutura foi usada para puxar o enxerto do túnel femoral para a base da fovea. Depois do enxerto estar fixado no acetábulo, a articulação coxofemoral foi reduzida. A cápsula foi fechada com poliglactina 910 para preservar a estabilidade. Com a articulação estendida e rotacionada levemente externamente, o enxerto foi fixado usando um parafuso de interferência de PEEK inserido no túnel femoral.

Para tratar uma ruptura completa do LT em uma mulher, Amenabar e O'Donnell (2012) empregaram o tendão semitendinoso, que foi colhido da perna ipsilateral e preparado de forma similar como empregado na reconstrução ligamento cruzado anterior. Este foi de fita dupla e duas suturas não absorvíveis de Ticron nº 5 passadas ao longo do enxerto. A extremidade acetabular foi fixada com duas âncoras, e a extremidade femoral foi passada em um túnel ósseo e fixada com um parafuso de interferência. Um resultado inesperado foi a

reabsorção do enxerto. Uma das possíveis explicações poderia ser o impacto no enxerto, que leva a sinovite crônica localizada e falha.

O'Donnell et al. (2020) empregaram a reconstrução artroscópica do LT com aloenxerto de tendão tibial posterior, aplicado de forma dupla, sendo a fixação acetabular efetuada com ancora e a fixação do lado femoral com parafuso de interferência. De nove pacientes que foram avaliados 1 ano após o procedimento, houve melhora da dor e função. Segundo os autores, tratava-se de pacientes com procedimentos cirúrgicos prévios e sintomas de longa duração.

#### **2.4 Ruptura e reconstrução do LT em pequenos animais**

A luxação coxofemoral é uma lesão traumática comum em cães e gatos, representando até 90% de todas as luxações nestas espécies, sendo em sua maioria unilateral e, em geral, com deslocamento craniodorsal (McLAUGHLIN, 1995; MOORES, 2006; DECAMP et al., 2016). Neste caso o membro afetado mostra-se rodado externamente e abduzido, com claudicação sem suporte (MEESON e STRICKLAND, 2021). A falta de ligamentos colaterais e a grande movimentação articular proporcionada pela musculatura circundante são fatores predisponentes para a ocorrência da luxação coxofemoral (WADSWORTH, 1996). Em todos os casos, o LT está rompido assim com parte da cápsula (TOMLINSON, 2014).

A redução e a estabilização da luxação têm sido efetuadas por métodos conservativos ou procedimentos cirúrgicos (BONE et al., 1984; HARASEN, 2005; MOORES, 2006; TOMLINSON, 2014; DECAMP et al., 2016; MEESON e STRICKLAND, 2021). As opções cirúrgicas têm sido categorizadas como intra-articulares, extra-articulares e aquelas que modificam a musculatura periarticular e as estruturas de suporte (HARASEN, 2005). Independente da técnica, se possível, a capsulorrafia é recomendada (MEESON e STRICKLAND, 2021).

Entres os métodos intra-articulares podem ser citados o pino em cavilha, e a estabilização com laçada de fáschia lata e demais materiais, entre outros (McLAUGHLIN, 1995; HARASEN, 2005; TOMLINSON, 2014).

O pino em cavilha tem sido usado com fio (náilon monofilamento ou multifilamento trançado) na substituição do LT, sendo que existem vários modelos comerciais de cavilha, além dos confeccionados com fio de Kirschner (McLAUGHLIN, 1995; HARASEN, 2005; MOORES, 2006; PRATESI et al., 2012; KIEVES et al., 2014; MEESON e STRICKLAND, 2021). Em gatos o sucesso da técnica é citado como 86% de sucesso (MEESON e STRICKLAND, 2021). Estudos com cavilha comercial em cães tem mostrado de 10% a 14,8% de relaxação (TROSTEL e FOX, 2020; MATHEWS e BARNHART, 2021). Em estudo empregando o sistema TightRope em 17 membros, a relaxação foi de 5,8%, sendo que em seis cães avaliados com 4-24 meses após o procedimento não foi observada progressão da osteoartrite em comparação com as radiografias pós-operatórias imediatas (KIEVES et al., 2012).

As complicações incluem a ruptura prematura da sutura, falha do pino em cavilha (porção do pino entrando dentro da articulação), quebra da cavilha, desgaste da margem acetabular dorsal e relaxação (BONE et al., 1984; McLAUGHLIN, 1995; KIEVES et al., 2012; TROSTEL e FOX, 2020; MATHEWS e BARNHART, 2021). Um estudo com cães recomendou a restrição da locomoção por no mínimo duas semanas para minimizar as complicações (TROSTEL e FOX, 2020). Uma potencial desvantagem do método é a dificuldade de localizar e remover a cavilha, por exemplo, em casos de infecção pós-operatória (MOORES, 2006). Em um estudo com 14 gatos usando “toggle rod” foi notado que o diâmetro do canal pélvico foi reduzido pela presença da haste, com estreitamento médio de 16,2%, porém nenhum dos gatos apresentou problema para defecar (PRATESI et al., 2012).

A intenção não é que o ligamento sintético se mantenha permanentemente, mas que mantenha a redução articular até os tecidos moles periarticulares cicatrizarem e suportarem a articulação (McLAUGHLIN, 1995; DECAMP et al., 2016). A sutura intra-articular torna-se encapsulada na regeneração do ligamento redondo (McLAUGHLIN, 1995). Variações da técnica do pino em cavilha incluem o uso de fásia ou pele no local da sutura, porém não têm sido mais aplicadas por não oferecem vantagens comparadas ao fio (HARASEN, 2005).

Contudo, um estudo com uso do autoenxerto de fásia lata como substituto do LT com método de alça, foi observado que a mesma evitou a luxação e macroscopicamente estava presente em 65% dos cães (BRANDÃO et al., 2002). Ao se comparar a substituição do ligamento redondo por implante de fásia lata bubalina preservada em glicerina com a técnica de pino transarticular em cães, pelo método de alça, foi verificado uma deambulação significativamente mais precoce nos que receberam a fásia (SIA et al., 2009). O método de alça transarticular de fásia lata autógena foi também empregado em 10 cães e dois gatos, com luxação coxofemoral, ocorrendo apenas um caso de reluxação em acompanhamento que variou de 3 meses a 1 ano (LUBBE e VERSTRAETE, 1990).

## **2.5 Estudos em coelhos e o tendão semitendinoso**

Embora os coelhos tenham sido frequentemente utilizados como modelo experimental efetivo na reconstrução do ligamento cruzado cranial (GIORDANO et al.; 2015), há um número menor de estudos relativos à reconstrução do LT ou mesmo em casos clínicos (BAEK et al., 2018; GALLEGO e VILLALUENGA, 2019).

Garcia-Filho et al. (2012) analisaram dois tipos de capsulorrafia da articulação coxofemoral em coelhos visando reduzir a lassitude da cápsula articular decorrente da displasia coxofemoral. Após a abertura da cápsula articular, um grupo foi tratado com suturas com técnica de “whipstitch” com fio absorvível de ácido poliglicólico, que envolviam a cápsula articular e a aponeurose, e o outro grupo com âncoras de titânio. Os resultados das análises biomecânicas não mostraram diferenças entre os grupos.

Para avaliar a contribuição do LT na estabilização da articulação coxofemoral em coelhos, Baek et al. (2018) promoveram a completa ruptura deste ligamento em nove coelhos juntamente com a capsulotomia e outros 10 foram submetidos somente à capsulotomia, todos de forma unilateral. A cápsula foi suturada. Após 24 semanas de pós-operatório, os animais foram sacrificados. A ruptura do LT promoveu instabilidade na flexão e rotação externa na articulação coxofemoral, além de danificar a cartilagem articular.

Em um estudo clínico retrospectivo de 5 anos relativo à luxação coxofemoral em coelhos “pets”, efetuado por Gallego e Villaluenga (2019), seis se deviam a eventos traumáticos e três não. A luxação craniodorsal foi a mais prevalente, com apenas um caso de apresentação caudoventral. A redução fechada com uso da bandagem de Ehmer foi empregada em cinco animais; contudo, em três houve a reluxação. Foi necessária a sutura íliofemoral em dois coelhos e três foram submetidos à excisão da cabeça e colo femorais.

Marinkovich et al. (2019) descreveram o relato sobre estabilização de luxação coxofemoral em um coelho, utilizando a técnica de cavilha com o uso de fio náilon 20 lb. Após acompanhamentos seriados até 6 meses do pós-operatório, o paciente apresentou bom apoio do membro com leve abdução do mesmo. Os sinais radiográficos foram compatíveis com sinais progressivos leves de osteoartrose e de atrofia muscular.

O tendão semitendinoso tem sido usado em coelhos na substituição do cruzado cranial e em outras situações que serão descritas abaixo.

Blickenstaff et al. (1997) avaliaram, em coelhos, as alterações histológicas e biomecânicas que ocorrem entre 12 e 52 semanas em um autoenxerto intra-articular semitendinoso colocado através de orifícios tibial e femoral. A avaliação histológica mostrou que a interface osso-enxerto foi preenchida com tecido de granulação celular e vascular, o qual com o tempo amadureceu em tecido fibroso que entrelaçou o tecido do enxerto com o interstício ósseo. Entretanto, com 52 semanas de pós-operatório, grandes diferenças persistiram na força e rigidez do enxerto em comparação com o tendão semitendinoso normal e ligamento cruzado anterior.

Enxertos de tendão semitendinoso livre foram inseridos, por Grassman et al. (2002), em orifícios em um modelo de reconstrução do ligamento colateral medial em coelhos. A incorporação e remodelação do enxerto no calo condral foi muito mais extensa na inserção femoral esponjosa do que na inserção tibial dominada pela medula, sugerindo que a cicatrização do enxerto de tendão pode depender da arquitetura do osso esponjoso no local do enxerto.

Giordano et al. (2015) avaliaram as alterações morfológicas e histológicas que ocorrem em um tendão semitendinoso com preservação da

inserção distal durante a reconstrução do ligamento cruzado em coelhos em crescimento. O tendão semitendinoso é o mais usado em crianças e adolescentes porque o tendão patelar pode promover fechamento da placa fisária, com conseqüentes deformidades ósseas. Histologicamente foi observado que em 8 semanas, as fibras de colágeno estavam alinhadas em paralelo com capilares recém-formados e fibroblastos altamente diferenciados. A ligamentização do tendão transplantado não ocorreu até pelo menos 24 meses de pós-operatório e, durante a cicatrização, o tendão enxertado assumiu uma microarquitetura única que era um meio termo entre um tendão e um ligamento.

Um estudo efetuado por Hoyer et al. (2016) mostrou que o ligamento cruzado cranial de coelhos tem mais semelhanças com o tendão do músculo semimembranoso, comparado ao ligamento do patelar e tendão do músculo semitendinoso, este último geralmente preferido para abordagens reconstrutivas. O tendão do músculo semitendinoso teve uma expressão de colágeno tipo I significativamente maior do que o ligamento cruzado cranial e o ligamento do patelar.

### 3 REFERÊNCIAS

- AMENABAR, T.; O'DONNELL, J. Arthroscopic ligamentum teres reconstruction using semitendinosus tendon: surgical technique and an unusual outcome. **Arthroscopy Techniques**, v. 1, n. 2, p. e169-e174, 2012.
- BAEK, J.H.; CHUN, Y.S.; RHYU, K.H.; YOON, W.K.; CHO, Y.J. Effect of ligament teres tear on the development of joint instability and articular cartilage damage: an in vivo rabbit study. **Anatomical Science International**, v. 93, p. 262-268, 2018
- BARDAKOS, N.V.; VILLAR, R.N. The ligamentum teres of the adult hip. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 91, n. 1, p. 8-15, 2009.
- BLICKENSTAFF, K.R.; GRANA, W.A.; EGGLE, D. Analysis of a semitendinosus autograft in a rabbit model. **American Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 4, p. 554-559, 1997.
- BONE, D.L.; WALKER, M.L.; CANTWELL, H.D. Traumatic coxofemoral luxation in dogs results of repair. **Veterinary Surgery**, v. 13, n. 4, p. 263-270, 1984.
- BRANDÃO, C.V.S.; IAMAGUTI, P.; FIGUEIREDO, L.M.A. Substituição do ligamento da cabeça do fêmur com auto-enxerto de fásia lata na luxação coxofemoral em cães. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 275-280, 2002.
- BYRD, J.W.T.; JONES, K.S. Traumatic rupture of the ligamentum teres as a source of hip pain. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 20, n. 4, p. 385-391, 2004.
- CEREZAL, L.; KASSARJIAN, A.; CANGA, A.; DOBADO, M.C.; MONTERO, J.A.; LLOPIS, E.; ROLÓN, A.; PÉREZ-CARRO, L. Anatomy, biomechanics, imaging, and management of ligamentum teres injuries. **Radiographics**, v. 30, n. 6, p. 1637-1651, 2010.
- DECAMP, C.E.; JOHNSTON, S.A.; DÉJARDIN, L.M.; SCHAEFER, S.L. The hip joint. In: \_\_. **Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. 5<sup>th</sup> ed. St. Louis: Elsevier, 2016. p. 468-517.
- DENG, N.L.; ZHANG, L.; SUN, J.; MA, J.; ZHANG, S.; LIU, XH.; JIANG, B.; LI, Y. Tibialis anterior allograft versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: long-term clinical outcomes. **Zhongguo Gu Shang**, v. 34, n. 3, p. 269-274, 2021.

- GALLEGO, M.; VILLALUENGA, J.E. Coxofemoral luxation in pet rabbits nine cases. **Journal of Small Animal Practice**, v. 60, p. 631-635, 2019
- GARCIA FILHO, F.C.; GUARNIERO, R.; GODOY JÚNIOR, R.M.; PEREIRA, C.A.M.; MATOS, M.A.; GARCIA, L.C. Simple suture and anchor in rabbit hips. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 20, n. 5, p. 280-284, 2012.
- GIORDANO, M.; FALCIGLIA, F.; POGGIARONI, A.; AULISA, A.G.; SAVIGNONI, P.; GUZZANTI, V. Histological changes of semitendinosus autograft after anterior cruciate ligament reconstruction in an immature rabbit model. **Journal of Experimental Orthopaedics**, v. 1, n. 17, p. 1-8, 2015.
- GRASSMAN, S.R.M.; MCDONALD, D.B.; THORNTON, G.M.; SHRIVE, N.G.; FRANK, C.B. Early healing processes of free tendon grafts within bone tunnels is bone-specific: a morphological study in a rabbit model. **The Knee**, v. 9, n. 1, p. 21-26, 2002.
- GRAY, A.J.R.; VILLAR, R.N. The ligamentum teres of the hip: an arthroscopic classification of its pathology. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 13, n. 5, p. 575-578, 1997.
- HARASEN, G. Coxofemoral luxations - Part 2: surgical options. **Canadian Veterinary Journal**, v. 46, n.4, p. 546-547, 2005.
- HOYER, M.; MEIER, C.; KOHL, B.; LOHAN, A.; KOKOZIDOU, M.; SCHULZE-TANZIL, G. Histological and biochemical characteristics of the rabbit anterior cruciate ligament in comparison to potential autografts. **Histology and Histopathology**, v. 31, n. 8, p. 867-877, 2016.
- KIEVES, N.R.; LOTSIKAS, P.J.; SCHULZ, K.S.; CANAPP, S.O. Hip toggle stabilization using the TightRope system in 17 dogs: technique and long-term outcome. **Veterinary Surgery**, v.43, n.5, p.515-522, 2014.
- LEUNIG, M.; BECK, M.; STAUFFER, E.; HERTEL, R.; GANZ, R. Free nerve endings in the ligamentum capitis femoris. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 71, n. 5, p.452-454, 2000.
- LINDNER, D.; SHARP, K.G.; TRENGA, A.P.; STONE, J.; STAKE, C.E.; DOMB, B.G. Arthroscopic ligamentum teres reconstruction. **Arthroscopy Techniques**, v. 2, n. 1, p. e21-e25, 2013.
- LUBBE, M.; VERSTRAETE, E.J.M. Fascia lata loop stabilisation of the coxofernoral joint - in the dog and cat. **Journal of Small Animal Practice**, v.31, p.234-238, 1990.

- MARINKOVICH M.; GUZMAN DS-M.; HAWKINS M.G.; GLEESON M.; CHOU P-Y. Open reduction and stabilization of a luxated coxofemoral joint in a domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) using a toggle-pin fixation. *J Exotic Pet Med* 30:43-49, 2019.
- MARTIN, R.L.; PALMER, I.; MARTIN, H.D. Ligamentum teres: a functional description and potential clinical relevance. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 20, n. 6, p. 1209-1214, 2012.
- MARTIN, R.L.; MARTIN, H.D. Function and clinical relevance of the ligamentum teres: a current concept. **Current Orthopaedic Practice**, v. 26, n. 4, p. 425-428, 2015.
- MATHEWS, M.E; BARNHART, M.D. Risk factors for relaxation after toggle rod stabilization for treatment of coxofemoral luxation in 128 dogs. **Veterinary Surgery**, v. 50, n.1, p. 142-149, 2021.
- McLAUGHLIN, R.M. Traumatic joint luxations in small animals. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 25, n. 5, p. 1175-1196, 1995.
- MEESON, R.L.; STRICKLAND, R. Traumatic joint luxations in cats: Reduce, repair, replace, remove. **Journal of Feline Medicine Surgery**, v. 23, n. 1, p. 17-32, 2021.
- MOORES, A. Decision making in the management of hip luxations in dogs and cats. **In Practice**, v. 28, n. 10, p. 570-576, 2006.
- O'DONNELL, J.M.; PRITCHARD, M.; SALAS, A.P.; SINGH, P.J. The ligamentum teres—its increasing importance. **Journal of Hip Preservation Surgery**, v.1, n.1, p.3-11, 2014.
- O'DONNELL, J.M.; DEVITT, B.M.; ARORA, M. The role of the ligamentum teres in the adult hip: redundant or relevant? A review. **Journal of Hip Preservation Surgery**, v. 5, n. 1, p. 15-22, 2018.
- O'DONNELL, J.; KLABER, I.; TAKLA, A. Ligamentum teres reconstruction: indications, technique and minimum 1-year results in nine patients. **Journal of Hip Preservation Surgery**, v. 7, n. 1, p. 140-146, 2020.
- PHILIPPON, M.J.; KUPPERSMITH, D.A.; WOLFF, A.B.; BRIGGS, K.K. Arthroscopic findings following traumatic hip dislocation in 14 professional

athletes. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 25, n. 2, p. 169-174, 2009.

PHILIPPON, M.J.; PENNOCK, A.; GASKILL, T.R. Arthroscopic reconstruction of the ligamentum teres: technique and early outcomes. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 94, n. 11, p. 1494-1498, 2012.

PHILIPPON, M.J.; RASMUSSEN, M.T.; TURNBULL, T.L.; TRINDADE, C.A.; HAMMING, M.G.; ELLMAN, M.B.; HARRIS, M.; LAPRADE, R.F.; WIJDICKS, C.A. Structural properties of the native ligamentum teres. **The Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 2, n.12, p. 1-5, 2014.

PRATESI, A.; GRIERSON, J.; MOORES, A.P. Toggle rod stabilisation of coxofemoral luxation in 14 cats. **Journal Small Animal Practice**, v. 53, n. 5, p. 260-266, 2012.

RANAWAT, A.S.; KELLY, B.T. Anatomy of the hip: open and arthroscopic structure and function. **Operative Techniques in Orthopaedics**, v. 15, n. 3, p. 160-174, 2005.

ROMANINI, E.; D'ANGELO, F.; MAIS, S.; ADRIANI, E.; MAGALETTI, M.; LACORTE, E.; LARICCHIUTA, P.; SAGLIOCCA, L.; MORCIANO, C.; MELE, A. Graft selection in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. **Journal of Orthopaedics and Traumatology**, v. 11, n. 4, p. 211-219, 2010.

SIA, D.B.; GOMES, C.; CONTESINI, E.A.; BOTH, A.C.; SOUZA, E.M.; FERREIRA, M.P.; GOMES, H.M.; COLOMÉ, L.M.; FERREIRA, R.R. Comparação entre a técnica de substituição do ligamento redondo por implante de fascia lata bubalina preservada em glicerina e o uso de pino transarticular na redução e na estabilização da luxação coxofemoral experimentalmente induzida em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.825-834, 2009.

SHAERF, D.A.; PASTIDES, P.S.; SARRAF, K.M.; WILLIS-OWEN, C.A. Anterior cruciate ligament reconstruction best practice: A review of graft choice. **World Journal of Orthopedics**, v. 5, n. 1, p. 23-29, 2014.

TOMLINSON, J.L. Treatment of coxofemoral luxations. In: BOJRAB, M.J.; WALDRON, D.R.; TOOMBS, J.P. **Current Techniques in Small Animal Surgery**. 5<sup>th</sup> ed. Tenton NewMedia: Jackson, 2014. p. 991-997.

TROSTEL, C.T.; FOX, D.B. Coxofemoral joint luxation in dogs treated with toggle rod stabilization: a multi-institutional retrospective review with client survey.

**Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 56, n.2, p. 83-91, 2020.

WADSWORTH, P.L. Biomecânica das luxações. In: BOJRAB, M.J. **Mecanismo da Moléstia na Cirurgia dos Pequenos Animais. São Paulo: Manole**, p. 1207-1219, 1996.

WENGER, D; MIYANJI, F.; MAHAR, A.; OKA, R. The mechanical properties of the ligamentum teres: a pilot study to assess its potential for improving stability in children's hip surgery. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 27, n. 4, p. 408-410, 2007.

WHITE, B.J.; SCOLES, A.M.; HERZOG, M.M. Simultaneous acetabular labrum and ligamentum teres reconstruction: a case report. **Journal of Hip Preservation Surgery**, v. 5, n. 2, p. 166-173, 2018.

## **CAPÍTULO 2**

## TRABALHO CIENTÍFICO

A ser enviado para Journal of Orthopaedic Science

<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-orthopaedic-science>

### **Reconstrução do ligamento redondo usando o autoenxerto de tendão do semitendinoso com a técnica em cavilha em coelhos**

#### **Resumo**

O objetivo do estudo foi avaliar o tendão do semitendinoso como substituto do *ligamentum teres* (LT) com a técnica de cavilha, empregando o coelho com modelo experimental. Foram utilizados 26 coelhos da raça Norfolk, com aproximadamente 3 meses de idade, que foram randomizados em dois grupos equitativos: G1 – sem reconstrução do LT e capsulorrafia; G2 - reconstrução do LT com uso de autoenxerto de tendão do semitendinoso. Em ambos os grupos o LT foi excisado da articulação coxofemoral direita, sendo que a coleta do autoenxerto no G2 foi no membro contralateral. Os coelhos foram avaliados no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico. Ambos os grupos apresentaram suporte do membro ao solo. A circunferência da coxa mostrou diferenças, sendo  $G1 > G2$ , exceto em M2. Não houve diferença quanto à goniometria entre grupos em M5. Radiograficamente foram visibilizadas quatro subluxações da articulação coxofemoral em G1, três em M4 e uma em M5. Em G2 ocorreram duas luxações em M3 e uma subluxação em M4, associadas ao deslocamento da cavilha para o orifício acetabular. No exame ultrassonográfico foi visibilizada superfícies articulares irregulares em quatro articulações tanto em G1 como G2 em M5. A integridade do enxerto foi verificada em 77,92% dos coelhos pelo exame macroscópico. Na histologia foi evidenciado o processo inicial de adesão do enxerto ao osso, identificado por fibras colágenas semelhantes às fibras de Sharpey. Conclui-se que a reconstrução de duplo feixe do LT usando tendão semitendíneo autólogo com técnica em cavilha mostrou uma fase inicial de ligamentização aos 90 dias de pós-operatório; contudo, deve ser considerado o viés biomecânico sofrido pelo tendão durante a locomoção.

**Palavras-chave:** Articulação Coxofemoral; Luxação; Tratamento; Cirurgia; Coelho.

## 1. INTRODUÇÃO

Em humanos, o ligamento da cabeça do fêmur ou *ligamentum teres* (LT) tem sido tradicionalmente considerado como vestigial ou redundante, sem papel biomecânico ou vascular, em especial na articulação coxofemoral de indivíduos adultos (Cerezal et al., 2010; O'Donnell et al., 2018). Com esta premissa de não apresentar função válida na articulação, o ligamento por muitas vezes tem sido sacrificado em procedimentos que necessitam de deslocamento articular (Philippon et al., 2012). Porém, com o avanço dos estudos quanto à esta estrutura e a evolução da artroscopia, a lesão do LT foi estabelecida como fonte de dor no quadril em pacientes ativos, devido à grande densidade de terminações nervosas livres (Byrd e Jones, 2004; Bardakos e Villar, 2009).

Três grupos de lesões do LT têm sido determinadas com base em análise artroscópica: ruptura completa, normalmente associada à um episódio traumático ou procedimento cirúrgico; ruptura parcial, observada em pacientes com história prévia de dor articular; ruptura de ligamento degenerado associado com osteoartrite (Gray e Villar, 1997). Alguns autores têm sugerido que pacientes com algum grau de lassidão de cápsula articular devido aos microtraumas causados por movimentos repetitivos e aqueles com ruptura total ou quase completa do LT, seja de origem traumática ou atraumática, estão entre os que podem ser beneficiados com a reconstrução do LT (Amenabar e O'Donnell, 2012). Neste sentido, há relatos de substituição do LT com o uso de autoenxerto ou aloenxerto do músculo semitendinoso (Amenabar e O'Donnell, 2012; Lindner et al., 2012), autoenxerto do músculo tibial anterior (White et al., 2018), ou aloenxerto de tendão tibial posterior (O'Donnell et al., 2020).

Em modelos animais foi observado que a secção do LT promove um aumento no deslocamento da articulação coxofemoral (Cerezal et al., 2010; O'Donnell et al., 2014). Na rotina clínica de cães e gatos, a luxação coxofemoral é uma lesão traumática comum, representando até 90% de todas as luxações nestas espécies (McLaughlin, 1995; Moores, 2006; DeCamp et al., 2016). Em

todos os casos, o LT está rompido assim com parte da cápsula (Tomlinson, 2014). A redução e estabilização da luxação nestes casos têm sido efetuado por métodos conservativos ou procedimentos cirúrgicos (Harasen, 2005; Moores, 2006; Tomlinson, 2014; DeCamp et al., 2016; Meeson e Strickland, 2021). As opções cirúrgicas têm sido categorizadas como intra-articulares, extra-articulares e aquelas que modificam a musculatura periarticular e as estruturas de suporte (Harasen, 2005). Entres os métodos intra-articulares pode ser citada a técnica do pino em cavilha, em que a substituição do LT tem sido efetuada com fio (náilon monofilamento ou multifilamento trançado) (McLaughlin, 1995; Harasen, 2005; Moores, 2006; Pratesi et al., 2012; Kieves et al., 2014; Meeson e Strickland, 2021).

Embora os coelhos tenham sido frequentemente utilizados como modelo experimental efetivo na reconstrução do ligamento cruzado cranial (Giordano et al.; 2015), há um número menor de estudos relativos à reconstrução do LT, ou mesmo descrição de casos clínicos (Baek et al., 2018; Gallego e Villaluenga, 2019; Marinkovich et al., 2019). Neste sentido o objetivo do estudo foi avaliar o emprego do tendão do semitendinoso como substituto do LT juntamente com a técnica de cavilha, empregando o coelho com modelo experimental. A hipótese é que a posição quadrupedal e o tipo de locomoção ao salto do coelho podem interferir na evolução do enxerto, o que deve ser considerado na extrapolação dos dados para humanos, bem como para cães e gatos.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia adotada no presente estudo foi analisada e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Botucatu, 0125/2019-CEUA (anexo I).

Foram utilizados 26 coelhos da raça Norfolk, fêmeas, com idade em torno de 3 meses, pesando entre 1,6 kg e 2,9 kg, provenientes do setor de cunicultura da UNESP - Campus de Botucatu. O exame clínico geral e ortopédico específico, hemograma completo e exame radiográfico das articulações coxofemorais confirmaram a higidez dos animais. Estes foram numerados de 1 a 26 e divididos

por sorteio em dois grupos experimentais equitativos: Grupo 1 – sem reconstrução do LT e capsulorrafia; Grupo 2 - reconstrução do LT com uso de autoenxerto de tendão do semimembranoso. Os coelhos foram mantidos em gaiolas individuais e receberam ração comercial e *água ad libitum*.

### 2.1. *Anestesia e Procedimento cirúrgico*

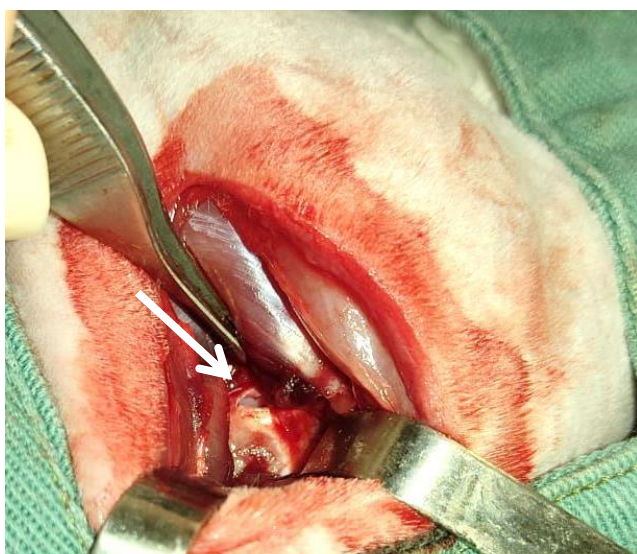
Cada coelho foi pré-medicado com morfina (2 mg/Kg IM), cetamina (30 mg/Kg IM) e midazolam (2 mg/Kg IM). Após aproximadamente 10 minutos, efetuou-se a anestesia epidural com lidocaína 2%. Procedeu-se então a anestesia geral com isoflurano por intubação, após aplicação de lidocaína 2% por spray para prevenção de laringoespasmos.

Na sequência procedeu-se a tricotomia dos membros pélvicos, sendo que no membro direito esta foi da linha média dorsal ao tarso e no membro esquerdo da região distal do fêmur ao tarso. Os coelhos foram posicionados em decúbito lateral esquerdo e a antisepsia dos membros foi efetuada com solução de acetato de clorexidina. Em ambos os membros, a porção distal à articulação tíbio-társica foi isolada com atadura de crepe estéril, seguido da aplicação dos campos operatórios.

#### *Grupo 1*

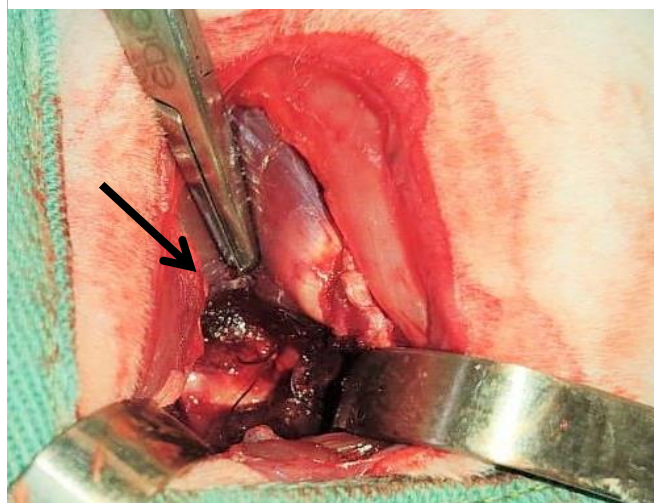
A articulação coxofemoral direita foi abordada pelo emprego do acesso craniolateral. Para tanto, efetuou-se incisão de pele proximal ao trocanter maior até o terço proximal do fêmur. O músculo tensor da fáscia lata foi retraído cranialmente e os músculos bíceps femoral e glúteo superficial foram retraídos caudalmente. O músculo glúteo profundo teve seu tendão parcialmente seccionado. A cápsula articular foi então identificada e incisada de forma transversal acompanhando a borda acetabular ventral (Figura 1), com o cuidado de não lesar a cartilagem articular. O ligamento redondo foi excisado com auxílio de bisturi com lâmina número 11 para promoção da luxação da cabeça femoral. Após o reposicionamento da cabeça femoral no acetábulo, procedeu-se a reconstrução da cápsula articular por meio de sutura (Figura 2) com pontos simples isolados com fio ácido poliglicólico 910 no. 5-0 (Vicryl; Ethicon, São Paulo, Brazil).

O tendão do músculo glúteo profundo foi aproximado em sutura de X com fio de náilon 2-0 (Mononylon Ethilon; Ethicon, São Paulo, Brazil). Os músculos afastados foram aproximados em pontos simples isolados com o mesmo fio. O tecido subcutâneo e os bordos da ferida foram aproximados com emprego de sutura intradérmica contínua simples, respectivamente com fio de náilon no. 2-0 e no. 3-0 (Mononylon Ethilon; Ethicon, São Paulo, Brazil).



**Figura 1.** Cápsula articular da articulação coxofemoral incisada com visualização parcial da cabeça femoral (seta branca).

**Figura 2.** Cápsula articular da articulação coxofemoral suturada com fio ácido poliglicólico 910 (Vicryl) nº 5-0. (seta preta)

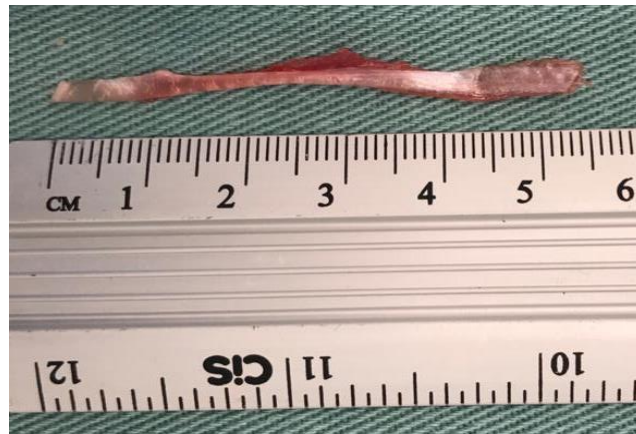


### *Grupo 2*

Uma incisão longitudinal de aproximadamente 5 cm de comprimento foi realizada na face medial do membro pélvico esquerdo, se estendendo do côndilo medial do fêmur ao maléolo medial para exposição. O tendão do músculo semitendinoso, ou tendão calcâneo do semitendinoso (Skalec et al., 2019) foi isolado (Figura 3) e removido em toda a sua extensão (Figura 4) (média de 5,5 cm de comprimento e de 2 a 4 mm de largura). Após a coleta, o tendão do músculo semitendinoso foi embebido em solução fisiológica 0,9%. A área da coleta teve as fáscias musculares aproximadas em padrão simples contínuo com fio náilon no. 3-0 (Mononylon Ethilon; Ethicon, São Paulo, Brazil). Na sequência promoveu-se sutura intradérmica contínua simples, com fio de náilon no. 3-0 (Mononylon Ethilon; Ethicon, São Paulo, Brazil).



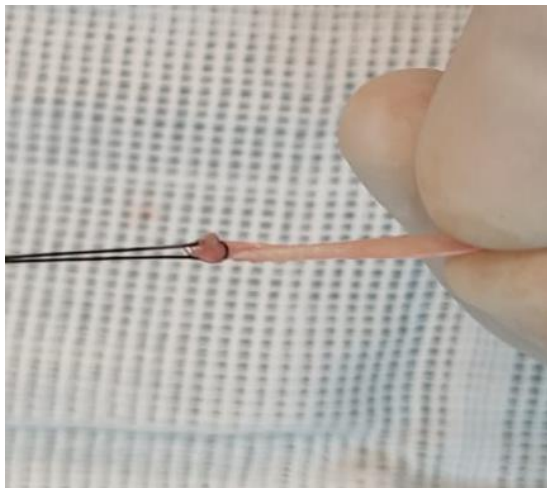
**Figura 3.** Tendão do músculo semitendinoso do membro pélvico esquerdo isolado (seta preta).



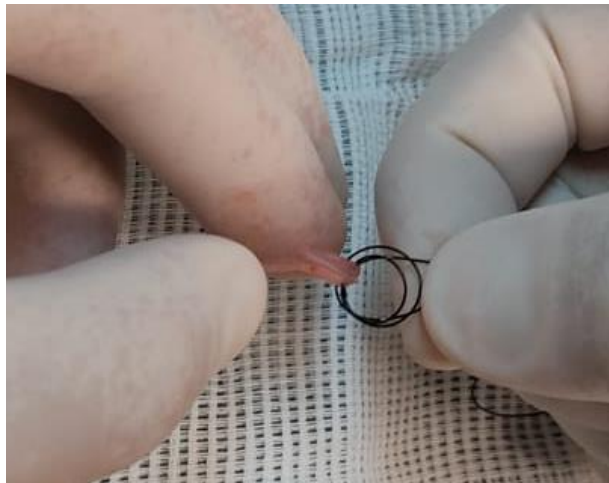
**Figura 4.** Tendão do músculo semitendinoso excisado medindo aproximadamente 5,5 cm em sua extensão.

Inicialmente o enxerto do tendão semitendinoso foi dobrado sobre si mesmo (A). Na extremidade do enxerto a ser inserida no acetábulo foi aplicada uma laçada com fio de náilon 2-0 (Mononylon Ethilon; Ethicon, São Paulo, Brazil) interna à extremidade dobrada (B). As extremidades livres do fio de náilon foram passadas por dentro da laçada e tracionadas (C) (Figura 5), de forma a manter a extremidade do enxerto fixada ao fio para posterior aplicação da trava em cavilha. Na extremidade oposta do enxerto, promoveu-se uma dobra das extremidades livres do enxerto sobre outro fio de náilon 2-0 (D/E). Foram então realizadas duas laçadas sobre a porção dobrada do enxerto (F) (Figura 6) e a extremidade deste fio passada no interior das laçadas (G). As duas extremidades do fio foram tracionadas e completou-se com um nó cirúrgico duplo (H), para posterior colocação da trava femoral (I).

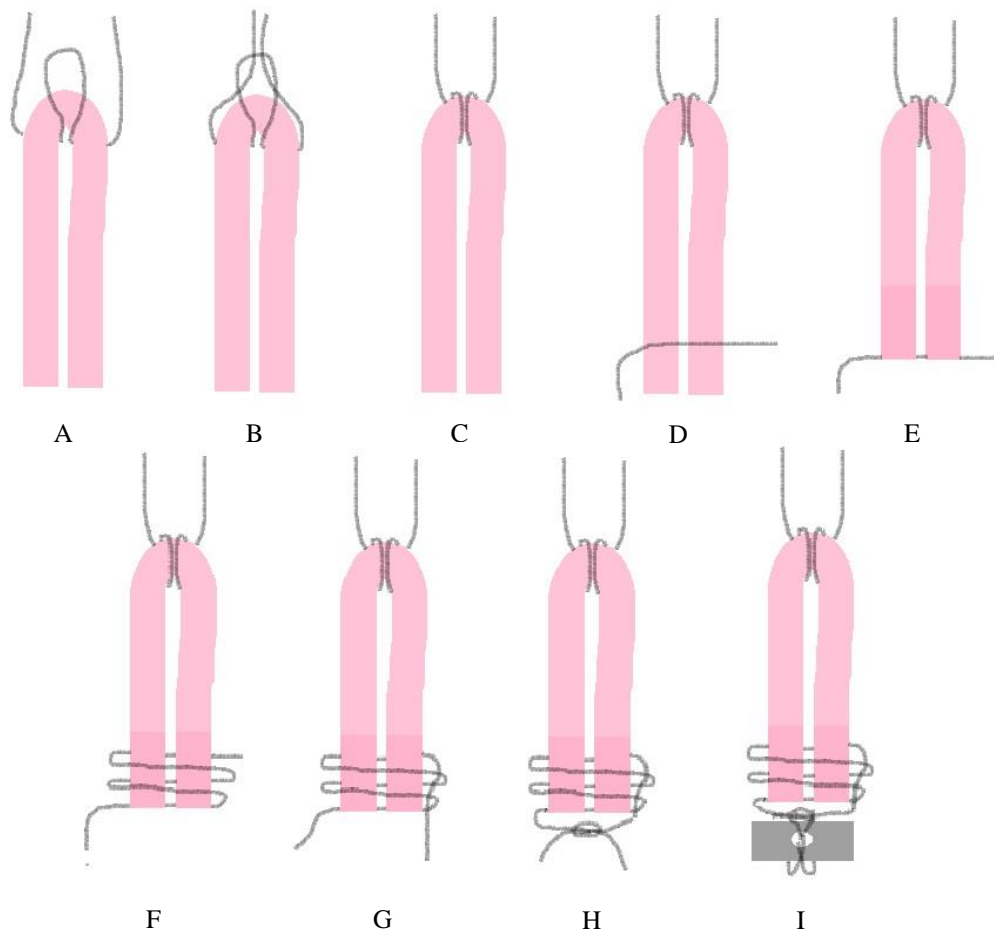
O esquema ilustrativo da sutura e o aspecto final das suturas tendíneas estão apresentados nas Figuras 7, 8 e 9.



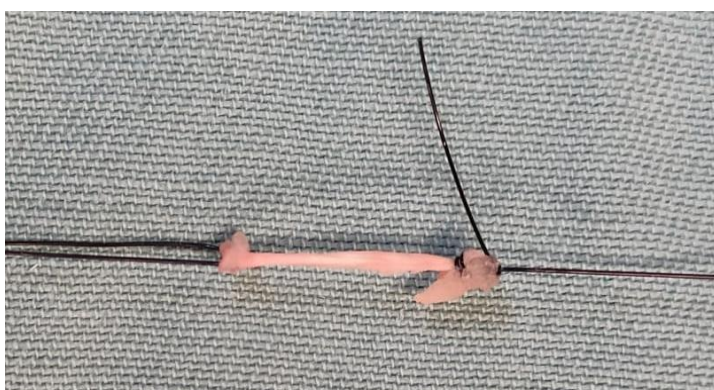
**Figura 5.** Fio náilon 2-0 tracionado em sua posição final na extremidade do enxerto tendíneo do m. semitendinoso.



**Figura 6.** Fio náilon 2-0 em dupla laçada sobre a extremidade dobrado do enxerto tendíneo do m. semitendinoso.



**Figura 7.** Esquema ilustrativo da preparação do enxerto do tendão do semitendinoso para reconstrução do ligamento *ligamentum teres* em coelhos.



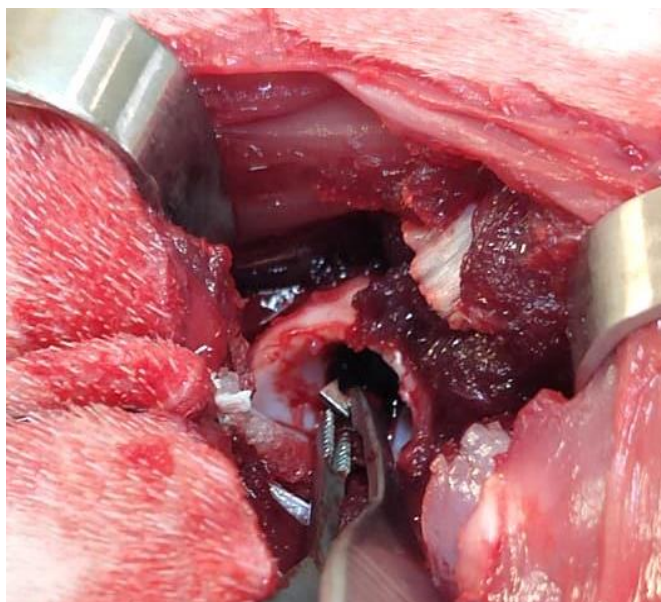
**Figura 8.** Conformação final das suturas nas extremidades do enxerto tendíneo do m. semitendinoso.



**Figura 9.** Conformação final do enxerto tendíneo do m. semitendinoso após colocação da trava acetabular.

Ao mesmo tempo em que o enxerto foi preparado por um auxiliar, a articulação coxofemoral direita foi abordada e induziu-se a luxação da cabeça femoral empregando a mesma metodologia do Grupo 1. Após a exposição da cabeça femoral e excisão do ligamento redondo, foi executado um orifício na fossa acetabular com auxílio de uma broca de 3,2 mm (Cão Médica; Campinas, São Paulo, Brazil). Um túnel foi então perfurado iniciando no nível do terceiro trocanter, centralizando no colo femoral e em direção à *fóvea captis* com o uso de Guia de Perfuração para cavilha e broca de 2,5 mm (Cão Médica; Campinas, São Paulo, Brazil).

O enxerto foi primeiramente ancorado na fossa acetabular (Figura 10) com o uso de pino cavilha de 2,5 x 8 mm (Cão Médica; Campinas, São Paulo, Brazil) e levado através do túnel em direção normógrada da cabeça femoral ao nível do terceiro trocanter guiado por um fio de aço. Após ser tracionado distalmente até seu ponto máximo, o enxerto foi fixado com botão de cavilha de 8x2mm (Cão Médica; Campinas, São Paulo, Brazil) no ponto de saída no trocanter femoral (Figura 11).



**Figura 10.** Colocação da trava em cavilha no orifício acetabular.



**Figura 11.** Fixação do enxerto com botão em cavilha no orifício na base do trocanter maior

## 2.2. *Medicações e cuidados pós-operatórios*

Em ambos os grupos, no momento pré-anestésico e por mais cinco dias de pós-operatório os animais receberam terapia antibiótica com enrofloxacina (10mg/kg via subcutânea, a cada 24 horas). O cloridrato de tramadol foi empregado no pós-operatório imediato e por mais cinco dias após a cirurgia (10mg/kg via subcutânea, a cada 12 horas), associado ao meloxicam também administrado pela via subcutânea, na dose de 1 mg/kg no momento da tranquilização e 0,5 mg/kg no pós-cirúrgico durante 3 dias.

As feridas cirúrgicas foram limpas diariamente com solução salina 0,9% até a total cicatrização. Durante todo o período pós-operatório, os coelhos foram mantidos nas gaiolas, sem restrição de movimento.

## 2.3. *Avaliações pré e pós-cirúrgicas*

Os coelhos foram avaliados no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico quanto à locomoção, e mensuração da circunferência da coxa e avaliação goniométrica. Os exames de imagem não foram efetuados no M2.

### - Locomoção

Os coelhos foram avaliados por um mesmo observador via análise visual em ambiente restrito, no qual foram classificados com presença ou ausência de claudicação e manutenção da habilidade de salto.

### - Mensuração da circunferência da coxa e avaliação goniométrica

Foi mensurada a circunferência da coxa (cm) do membro pélvico direito por um mesmo avaliador, com emprego de fita métrica, estando o animal posicionado em decúbito lateral. A mensuração foi efetuada em triplicata e efetuada no ponto médio estabelecido pela distância linear entre o trocanter maior e o côndilo lateral do fêmur (Figura 12).

A análise goniométrica da articulação coxofemoral direita foi realizada em triplicata com goniômetro manual de plástico, com os coelhos mantidos em decúbito lateral esquerdo (Figuras 13 A e B). As aferições incluíram os ângulos máximos de extensão e de flexão do quadril, sendo então calculada a amplitude do movimento (diferença entre a máxima flexão e máxima extensão).



**Figura 12.** Mensuração do diâmetro da coxa no ponto médio entre o côndilo lateral do fêmur e o trocanter maior.

**Figura 13.** A – Avaliação goniométrica em extensão da articulação coxofemoral. B – Avaliação goniométrica em flexão da articulação coxofemoral.

### - Exames de Imagem

As projeções radiográficas utilizadas foram a ventrodorsal, com os membros estendidos e rotacionados medialmente, e mediolateral do membro pélvico direito com foco na articulação coxofemoral, sendo o membro contralateral abduzido para evitar sobreposição da articulação (Figuras 14 A e B). Foi utilizado aparelho radiográfico digital, com distância foco-filme de 86,5 cm, 51-53 kV e 8 mAs (SIUI, modelo SR 8100, potência máxima 2 kW). Foram analisadas a congruência articular; o espessamento do colo femoral e achatamento da cabeça femoral; o posicionamento das travas em cavilha; a presença de subluxação ou luxação.

No exame ultrassonográfico, os coelhos foram posicionados em decúbito ventral com a articulação coxofemoral direita em flexão com acessos dorsais, dorsolaterais e caudocraniais laterais ao ílio e ísquio, e medial ao trocanter maior. As imagens foram obtidas com transdutor linear multifrequencial (8 a 13 MHz – aparelho modelo Logiq e; GE Healthcare, Minas Gerais, Brazil) com cortes longitudinais e transversais da articulação e adjacências. Foram avaliados a aparência sonográfica; ecogenicidade, regularidade e espessura da cápsula articular, superfície e cartilagem articulares e os aspectos ultrassonográficos da musculatura, além da presença ou ausência de congruência articular e proliferação óssea periarticular.



**Figura 14.** Exame radiográfico.  
(A) Posicionamento ventrodorsal, (B)  
Posicionamento mediolateral do membro  
pélvico direito com o membro contralateral  
abduzido.

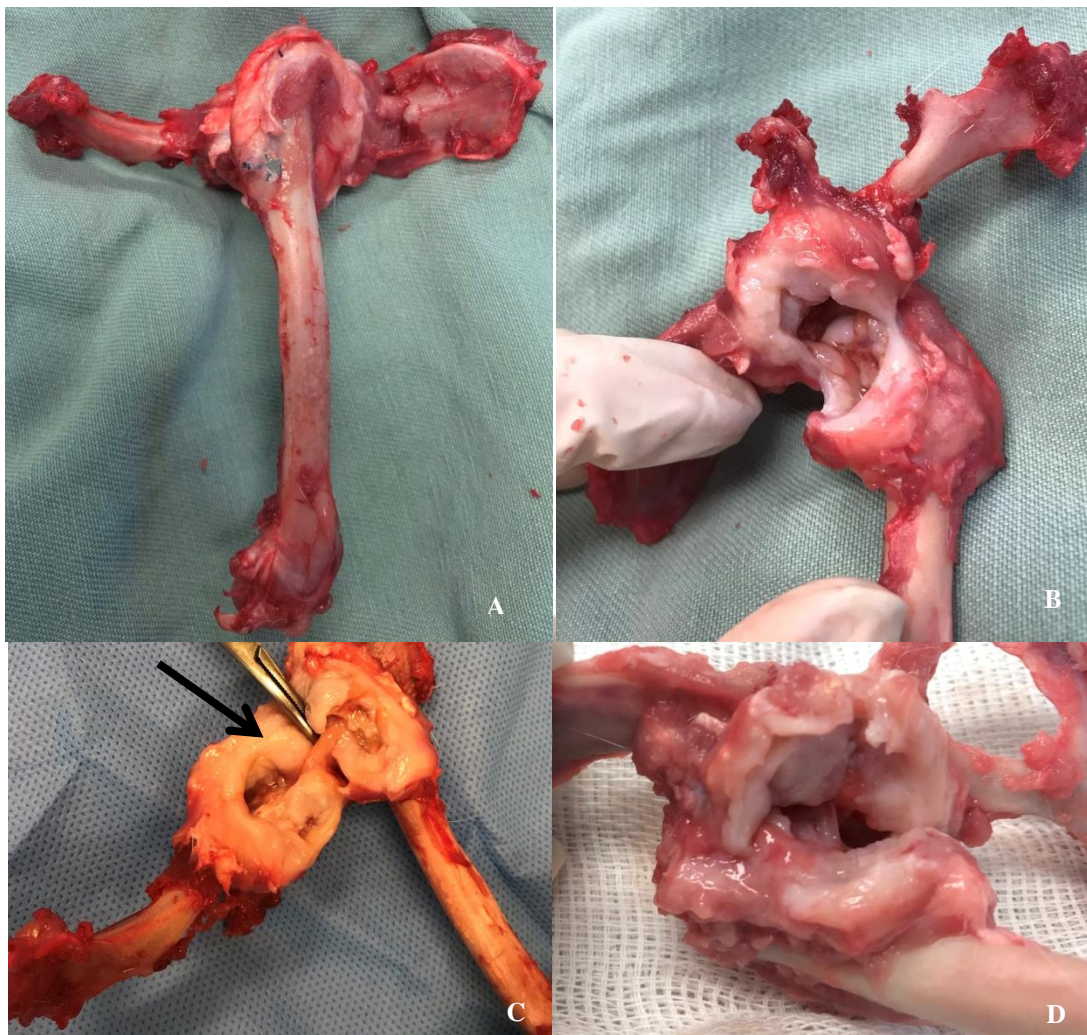
#### 2.4. *Exame Macroscópico e Histopatológico*

Para a realização dos exames macroscópicos e procedimento histopatológico, os coelhos foram submetidos à eutanásia 90 dias após o procedimento cirúrgico. Para tanto, estes receberam cloridrato de cetamina (50 mg/Kg) e cloridrato de xilazina (1 mg/Kg), aplicados por via intramuscular. Na sequência, os animais receberam propofol por via intravenosa até a parada respiratória, seguido de cloreto de potássio a 19,1% intravenoso até obtenção de parada cardíaca.

A articulação coxofemoral direita foi coletada em bloco, sendo excisado o conjunto formado pela hemipelve direita e fêmur direito (Figura 15 A). Inicialmente as estruturas foram avaliadas em bloco fechado, com a cápsula articular íntegra. Na sequência efetuou-se abertura em 360° da cápsula articular para inspeção de toda a superfície articular (Figura 15 B), assim como a integridade do enxerto no Grupo 2 (Figura 15 C). Em ambos os grupos, a cápsula articular foi avaliada com relação a presença ou não de espessamento, sendo este considerado leve, moderado ou intenso. A superfície articular da cabeça do fêmur foi analisada (Figura 15 D) com relação a presença ou não de remodelamento ósseo (discreto ou intenso), assim como sinais de lesão cartilaginosa, os quais foram classificados em graus: Grau 0 - sem alterações na superfície, Grau 1 – lesão superficial, Grau 2 - lesão profunda, Grau 4 – erosão com exposição do osso subcondral. Também foi verificada a presença de osteófitos periarticulares.

No Grupo 2, a articulação coxofemoral direita foi então fixada em formalina tamponada 10% por 48 horas e depois colocada em solução descalcificadora (Ácido Nítrico 10% e água) durante 24 horas ou até atingirem o ponto de corte. Colocou-se novamente em solução formalina tamponada 10% durante 3 horas para neutralização da solução descalcificadora. Foram realizados cortes com navalha incluindo a fossa acetabular em seu ponto de ancoragem do enxerto tendíneo, o enxerto intra-articular e o túnel ósseo realizado para passagem do mesmo no fêmur. As amostras foram submetidas ao processamento histopatológico convencional para confecção de lâminas histológicas com secções de 4 micrômetros de espessura no seu eixo (Bancroft, 2008). Após os cortes, as lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina. Foram avaliadas a

organização e a espessura das fibras conjuntivas da cápsula articular e a interface tendão-osso usando microscopia de luz.



**Figura 15.** A- Articulaco coxofemoral coletada em bloco (hemipelve direita). B- Abertura da cápsula articular com exposio intra-articular. C- Avaliaco da integridade do enxerto na articulaco coxofemoral direita do grupo 2 (seta preta). D- Avaliaco da superfície articular coxofemoral após abertura da cápsula.

### 2.5. *Análise estatística*

Os valores de massa corpórea foram analisados pelo Teste T de Student para amostras independentes (Zar, 2009). Para os dados de circunferência da coxa e das análises goniométricas foi utilizada a técnica de análise de variância para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes complementado com o teste de comparaes múltiplas de Bonferroni (Jonson e Wichern, 2007). O nível de significância para as análises realizadas foi de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. *Procedimento cirúrgico*

A maior dificuldade observada no procedimento cirúrgico foi a aplicação da sutura no enxerto, devido à sua espessura e fragilidade.

#### 3.2. *Avaliações clínicas*

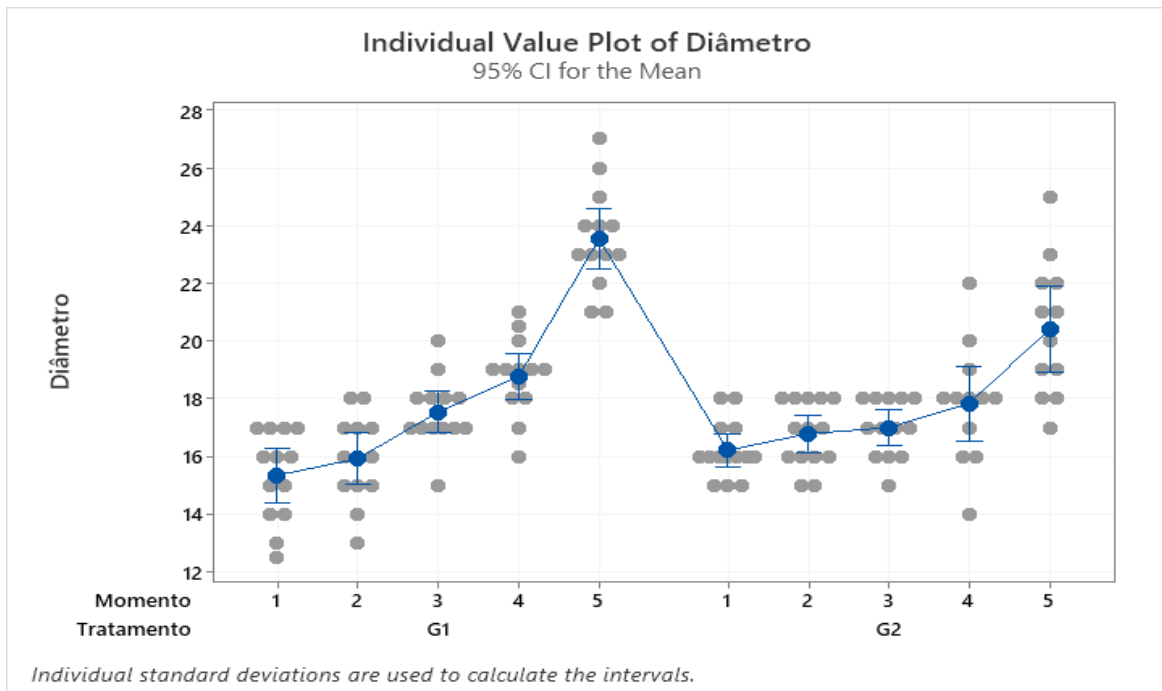
Não foi detectada diferença estatística na massa corpórea entre os coelhos do Grupo 1 ( $1,99 \pm 0,40$  kg) e Grupo 2 ( $2,18 \pm 0,34$  kg) ( $p > 0,05$ ). Um animal do Grupo 2 apresentou fratura de fêmur no M3, sendo realizada a eutanásia.

Ambos os grupos apresentaram apoio do membro em todos os momentos, não sendo possível detectar sinais de claudicação evidente devido ao comportamento natural de presa da espécie. Os coelhos do Grupo 2 apresentaram maior restrição na habilidade de salto até o M3, comparado ao Grupo 1. Em dois animais que apresentaram luxação coxofemoral pertencentes ao Grupo 2, notou-se uma maior dificuldade inicial no salto.

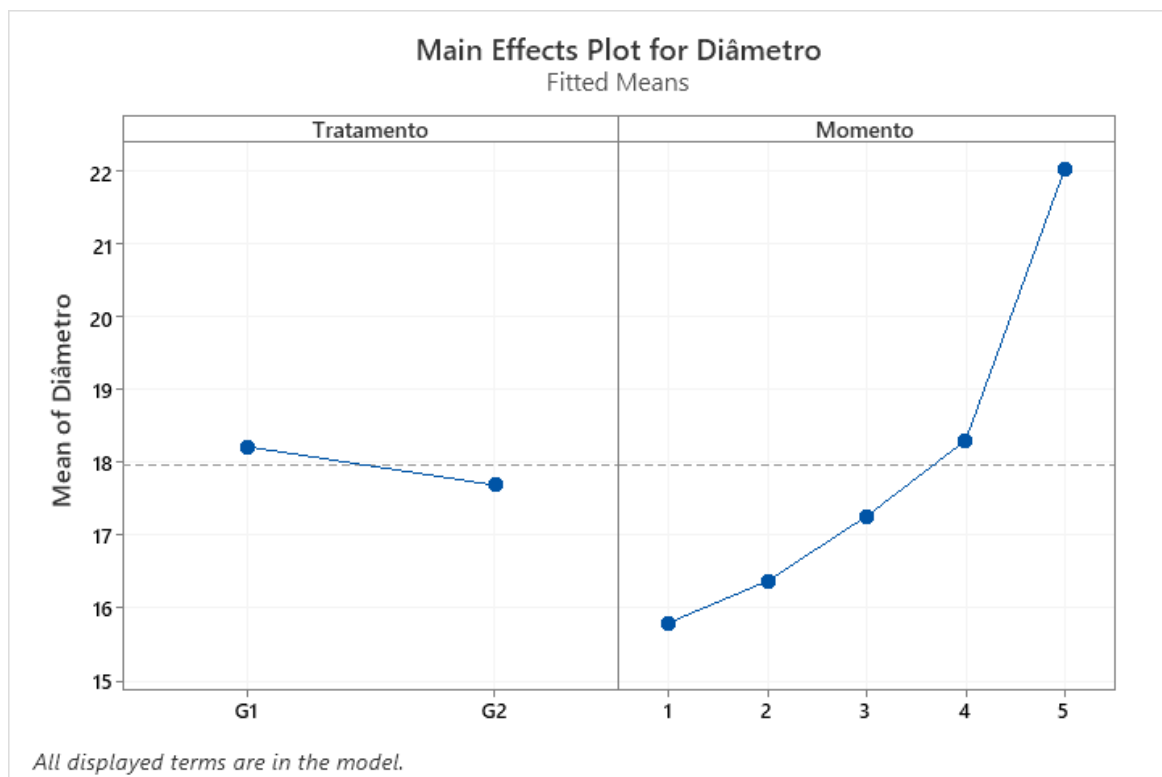
A média da circunferência da coxa do membro operado do Grupo 1 mostrou diferenças estatísticas, sendo  $M3/M4 > M1/M2$ , e M5 foi maior que os demais momentos. No Grupo 2 somente foi observada diferença significativa entre M5 e os demais momentos. De forma gráfica, observou-se a curva crescente do diâmetro da coxa em G1 e G2 acompanhando o tempo de evolução pós-operatória. Em ambos os grupos a curva crescente se tornou mais inclinada, indicando evolução mais rápida dos valores médios entre M4 e M5. Entre grupos ocorreram diferenças nos momentos M2, M3, M4 e M5, sendo  $G1 > G2$ , com exceção de M2. Graficamente os valores médios da circunferência entre os grupos mostraram que a inclinação ascendente da curva de G1 foi mais acentuada do que em G2. Os dados estão apresentados na Tabela 1 e Figuras 16 e 17.

**Tabela 1.** Valores da circunferência da coxa do membro operado (cm) no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do Grupo 1 (capsulorrafia) e Grupo 2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso).

Variável grupo	M1	M2	M3	M4	M5	p-valor	
Circunferência	G1	15,35 (1,57)a	15,92 (1,5)a	17,54 (1,20)b	18,77 (1,35)b	23,54 (1,76)c	<0,01
	G2	16,36 (1,01)a	17,00 (1,11)a	16,71 (0,91)a	17,39 (1,30)a	20,36 (1,95)b	<0,01
p-valor	p>0,05	<b>p&lt;0,05</b>	<b>p&lt;0,05</b>	<b>p&lt;0,05</b>	<b>p&lt;0,01</b>		



**Figura 16.** Gráfico da circunferência da coxa do membro operado (cm) no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do G1 (capsulorrafia) e G2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso).



**Figura 17.** Gráfico a esquerda comparando separadamente os valores médios da circunferência da coxa de todos os momentos de G1 (capsulorrafia) e G2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso), em que  $G1 > G2$ . À direita, o gráfico representa os valores da circunferência da coxa de  $G1+G2$  em cada momento, observando-se uma curva crescente.

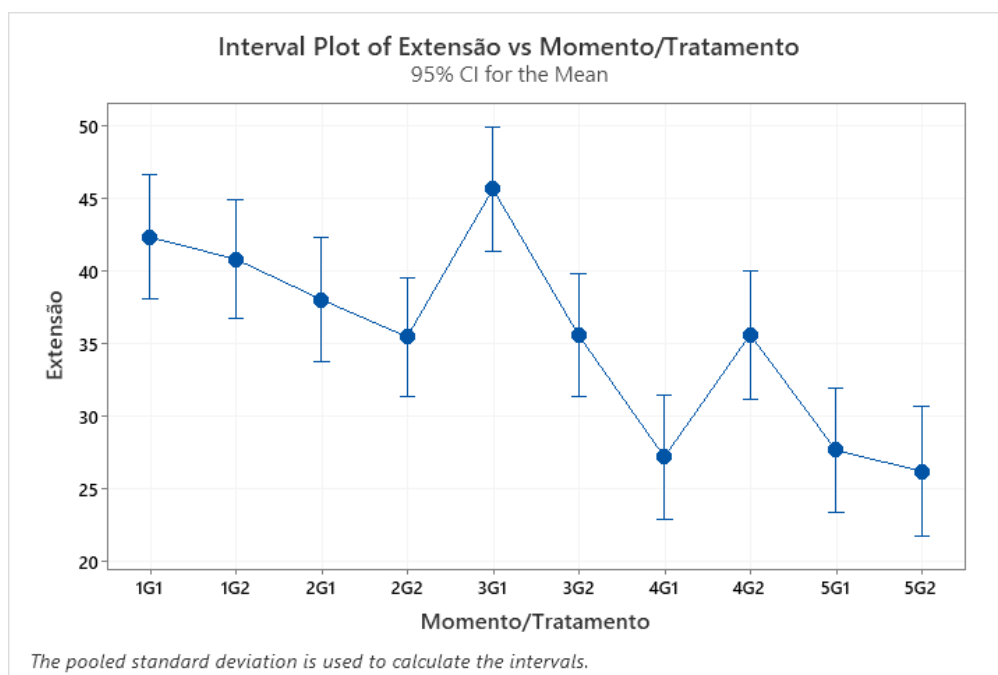
Relativo aos dados goniométricos, no Grupo 1 a extensão diminui nos momentos M3 e M4/M5 em relação ao M1/M2, porém M4/M5 apresentou maior extensão em relação ao M3. No Grupo 2 houve diminuição M3/M4/M5 M1 em relação a M1. De forma gráfica, os valores goniométricos de G2, tanto à flexão quanto à extensão, apresentam valores médios mais baixos quando comparado aos valores médios do G1. Diferenças entre grupos foram verificadas em M3, sendo  $G1 < G2$ . No Grupo 1 a flexão foi maior em M1-M3 em relação ao M4/M5. No Grupo 2 a flexão foi menor em M5 em relação ao M1 e M4. Entre grupos somente houve diferença em M4 em que G1 foi maior G1. Os dados estão descritos na Tabela 1 e Figuras 18 e 19.

A amplitude de movimento em G1 foi menor no momento M3 em relação ao demais, em G2 não houve diferença entre momentos. De forma gráfica, os valores médios da amplitude de movimento em cada grupo se mantiveram relativamente constante ao longo dos momentos. Entre grupos, G1 foi menor que G2 em M3 e G1 foi maior que G2 em M4. Os valores estão apontados na Tabela 1 e Figura 20.

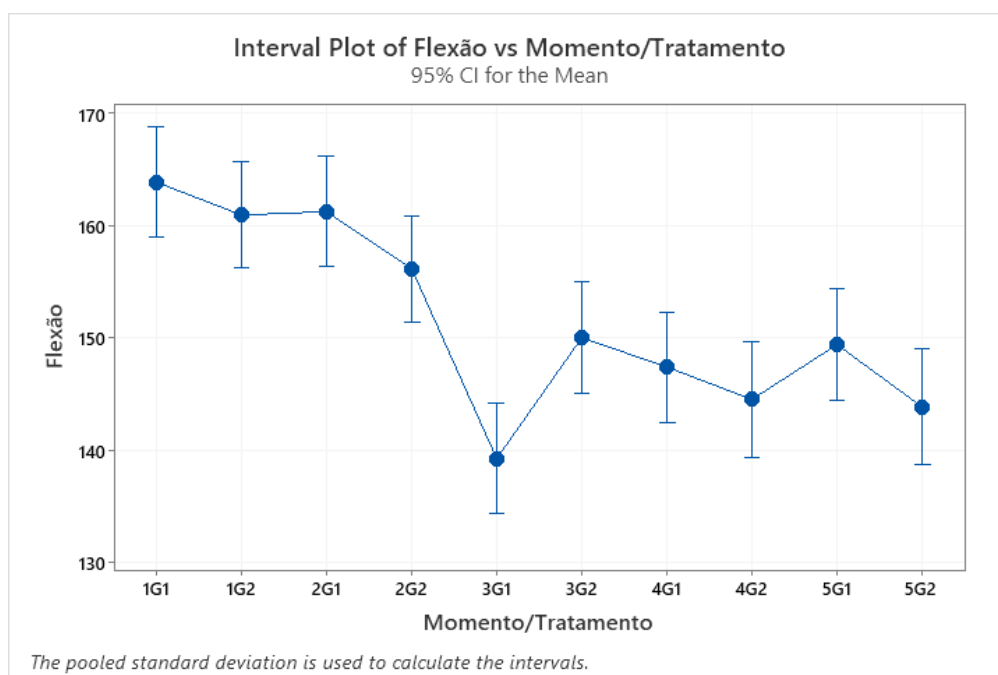
**Tabela 2.** Valores goniométricos (graus) de flexão, extensão e amplitude de movimento no momento pré-operatório (M1) e com 48 horas (M2), 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do Grupo 1 (capsulorrafia) e Grupo 2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso).

Variável grupo	M1	M2	M3	M4	M5	p-valor	
Extensão	G1	163,85 (3,76)c	161,23 (5,13)c	139,23 (9,54)a	147,39 (6,38)b	149,39 (4,86)b	<0,01
	G2	160,50 (15,02)b	154,29 (17,15)ab	148,86 (9,65)a	146,00 (6,14)a	143,57 (9,65)a	<0,01
p-valor		p>0,05	p>0,05	<b>p&lt;0,05</b>	p>0,05	p>0,05	
Flexão	G1	42,31 (3,28)b	38,00 (3,83)b	45,62 (12,65)b	27,15 (5,54)a	27,62 (4,54)a	<0,01
	G2	41,50 (4,52)b	36,71 (4,63)ab	36,86 (10,45)ab	38,00 (11,22)b	28,64 (6,44)a	<0,01
p-valor		p>0,05	p>0,05	p>0,05	<b>p&lt;0,05</b>	p>0,05	
Amplitude Mov.	G1	121,39 (3,62)b	123,23 (5,56)b	93,62 (8,66)a	120,23 (8,40)b	121,77 (7,75)b	<0,01
	G2	119,00 (12,49)a	117,57 (14,56)a	112,00 (14,48)a	108,07 (13,47)a	114,93 (12,17)a	>0,05
p-valor		p>0,05	p>0,05	<b>p&lt;0,01</b>	<b>p&lt;0,01</b>	p>0,05	

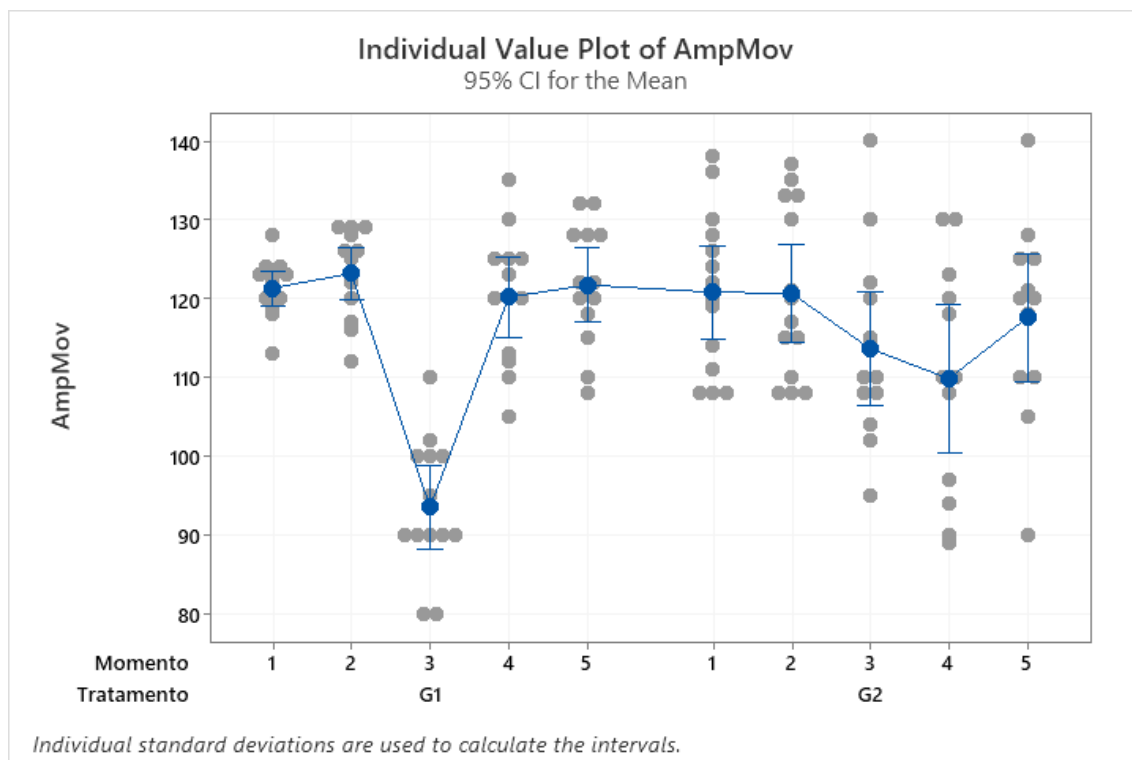
Duas médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem ( $p>0,05$ ) entre si quanto aos respectivos momentos de avaliação dentro do grupo.



**Figura 18.** Gráfico das médias da extensão dos momentos de cada grupo (G1 – capsulorrafia, G2 - substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso). Nota-se média do ângulo de extensão M3G1 maior que em G2 e M4G2 maior que M4G1. M3G1  $\mu=45,62 \pm 12,65$ ; M4G2  $\mu=35,58 \pm 10,28$ .



**Figura 19.** Gráfico das médias da flexão dos momentos de cada grupo (G1 – capsulorrafia, G2 - substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso). Nota-se média do ângulo de flexão de M3G1 expressivamente menor que o G2. M3G1  $\mu=139,23 \pm 9,54$  (134,30;144,16).  $p<0,05$



**Figura 20.** Gráfico das médias da amplitude de movimento dos momentos de cada grupo (G1 – capsulorrafia, G2 - substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso). Observa-se que em M3 de G1 os valores médios foram abaixo dos valores médios gerais dos dois grupos. Em M4 de G2 há diminuição no valor médio da amplitude de movimento, retornando a amplitude em M5.

### 3.3. Exames de imagem

No exame radiográfico do Grupo 1 foram visibilizados quatro casos de subluxação da articulação coxofemoral (Figura 21 A), sendo três referentes ao M4 e outro ao M5. No Grupo 2 foram identificados dois casos de luxação coxofemoral em M3 (Figura 21 B); um de subluxação em M4; e uma articulação com áreas de lise óssea em região de acetábulo, com perda de densidade óssea na região proximal de fêmur e acetábulo, e proliferação no tecido periarticular no M4 (Figura 21 C). O deslocamento da cavilha para o orifício acetabular foram associados aos processos de luxação e subluxação (Figura 21 B). A fratura de fêmur detectada no coelho de G2 tratava-se de espiral do terço médio distal (Figura 21 D).



**Figura 21.** A- Coelho do G1M4 apresentando subluxação da articulação coxofemoral direita. B- Coelho do G2M3 apresentando luxação coxofemoral direita com a trava acetabular em cavilha deslocada. C- Coelho do G2M4 com sinais severos de osteoartrite com proliferação óssea periarticular e diminuição da densidade óssea acetabular, remodelamento da cabeça e colo femoral. D- Coelho do G2M3 com fratura femoral em espiral em terço médio.

Na Tabela 3 estão apresentadas as complicações verificadas Nos Grupo 1 e 2.

**Tabela 3.** Complicações observadas no G1 (capsulorrafia) e G2 – (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso), conforme momentos de avaliação (M1 - pré-operatório; M2 - 48 horas, M3 - 15 dias, M4 - 30 dias; M5 - 90 dias após o procedimento cirúrgico).

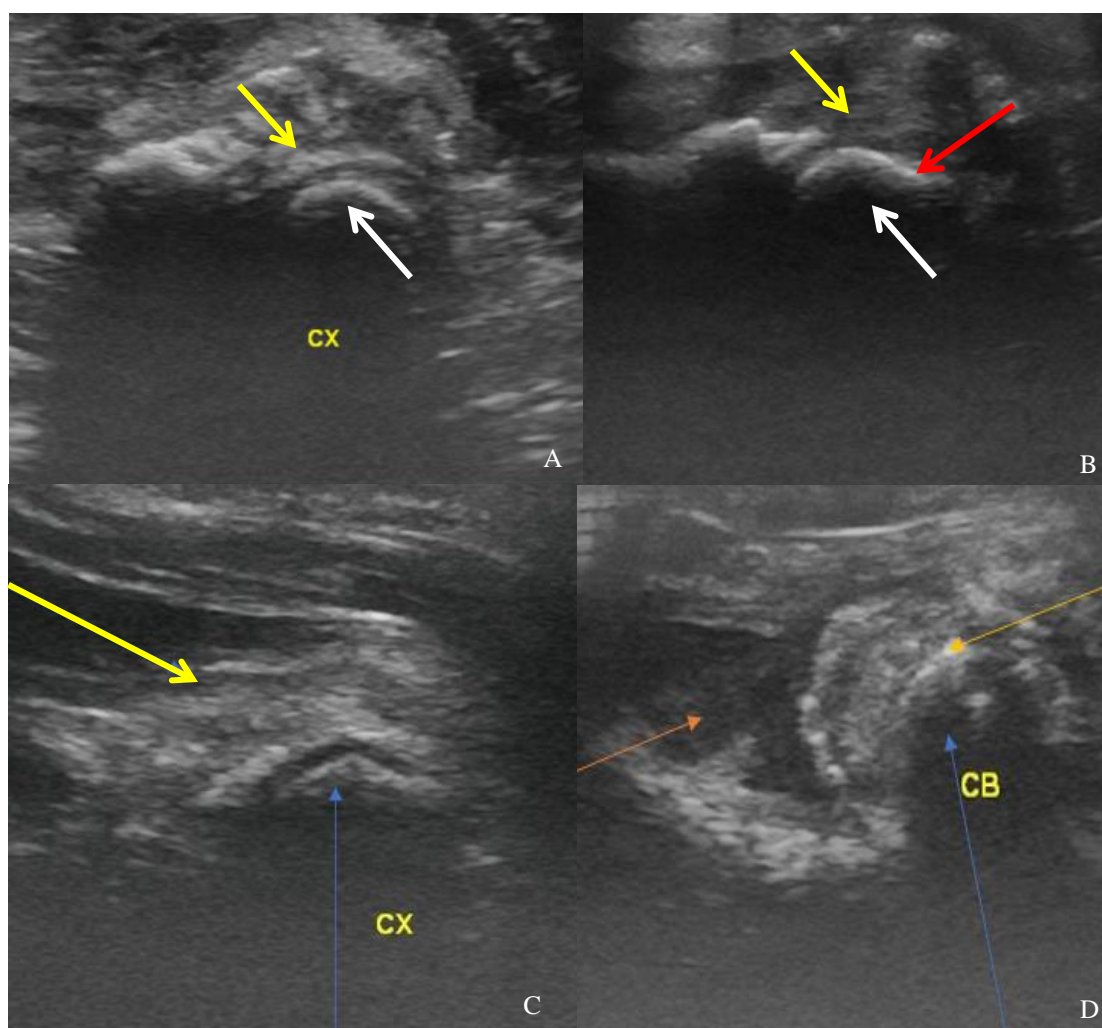
<b>Grupos</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
<b>G1</b>				3 subluxações	1 subluxação
<b>G2</b>			2 luxações 1 fratura fêmur	1 subluxação 1 osteoartrite	

Na ultrassonografia do grupo G1 foi visualizado no M1 superfície articular regular e LT preservados, além de linhas fisárias pélvicas abertas. Em M3 foi observada congruência articular (Figura 22 A), desorganização das fibras musculares na área de manipulação cirúrgica e cápsula articular sem espessamento evidente. Em M4 a organização das fibras musculares apresentava-se mais preservada em relação à avaliação anterior, porém notou-se incongruência articular parcial com espessamento da cápsula articular em três coelhos com subluxação coxofemoral (Figura 22 B). O M5 apresentou melhora quanto à organização das fibras musculares, linhas fisárias em fechamento inicial, e em um animal foi observada subluxação coxofemoral. A superfície articular encontrava-se sem irregularidades nas articulações com congruência articular, porém havia irregularidade de superfície nas articulações subluxadas. Em M3, M4 e M5 não foram visualizados os LT excisados no procedimento cirúrgico.

No Grupo 2, o padrão ultrassonográfico em M1 mostrou-se similar ao G1. Em M3 observou-se desorganização das fibras musculares na região da manipulação cirúrgica, além de dois casos de luxação coxofemoral com consequente perda da congruência. Em M4 foi diagnosticada uma subluxação

coxofemoral com sinais severos de osteoartrite. Em ambas os casos havia espessamento da cápsula articular, com maior evidência naquela com osteoartrite (Figura 22 D). Em M5 a organização das fibras musculares encontrava-se próxima à arquitetura inicia (Figura 22C). Notou-se presença de alteração na superfície articular nos dois casos de incongruência articular e na osteoartrite severa sem luxação coxofemoral.

Os dados do exame ultrassonográfico dos Grupos 1 e 2 estão apresentados na Tabela 4.



**Figura 22.** A- Congruência articular entre a cabeça do fêmur (seta branca) e o acetábulo (seta amarela). B- Congruência parcial (seta vermelha) da articulação coxofemoral entre a cabeça do fêmur (seta branca) e o acetábulo (seta amarela). C- Discreta incongruência e irregularidade das superfícies articulares (seta azul) e reorganização das fibras musculares (seta amarela). D- Reatividade com líquido dos tecidos moles (seta laranja), luxação coxofemoral (seta azul) e irregularidade e sinais de osteoartrite (seta amarela). CX – coxofemoral. CB – cabeça do fêmur

**Tabela 4.** Avaliações ultrassonográficas relativas à cápsula articular (+ presença, - ausência de espessamento), musculatura adjacente (+ organizado, - desorganizado), congruência articular (S – sim, N - não), superfície articular (R - regular, I - irregular) aos 15 dias (M3), 30 dias (M4) e 90 dias (M5) após o procedimento cirúrgico de coelhos do Grupo 1 (capsulorrafia) e Grupo 2 (substituição do ligamento teres pelo tendão do semitendinoso).

G1	Cápsula articular			Musculatura			Congruência articular			Superfície articular			G2	Cápsula articular			Musculatura			Congruência articular			Superfície articular		
	Coelho	M3	M4	M5	M3	M4	M5	M3	M4	M5	M3	M4		M5	Coelho	M3	M4	M5	M3	M4	M5	M3	M4	M5	M3
1	-	+	+	-	-	+	S	N	N	R	R	I	1	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R
2	-	-	+	-	-	+	S	S	N	R	R	I	2	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R
3	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	3	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R
4	-	+	+	-	-	+	S	N	N	R	I	R	4	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R
5	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	5	+	+	+	-	-	+	N	N	N	I	I	I
6	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	6	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R
7	-	+	+	-	-	+	S	N	N	R	I	I	7	-	-	+	-	-	+	S	S	S	R	R	R
8	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	I	I	8	-	0	0	-	-	0	S	0	0	R	0	0
9	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	9	+	+	+	-	-	+	N	N	N	I	I	I
10	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	10	-	+	+	-	-	+	S	N	N	R	I	I
11	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	11	-	+	+	-	-	+	S	S	S	R	I	I
12	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	12	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R
13	-	-	-	-	-	+	S	S	S	R	R	R	13	-	-	+	-	-	+	S	S	S	R	R	R

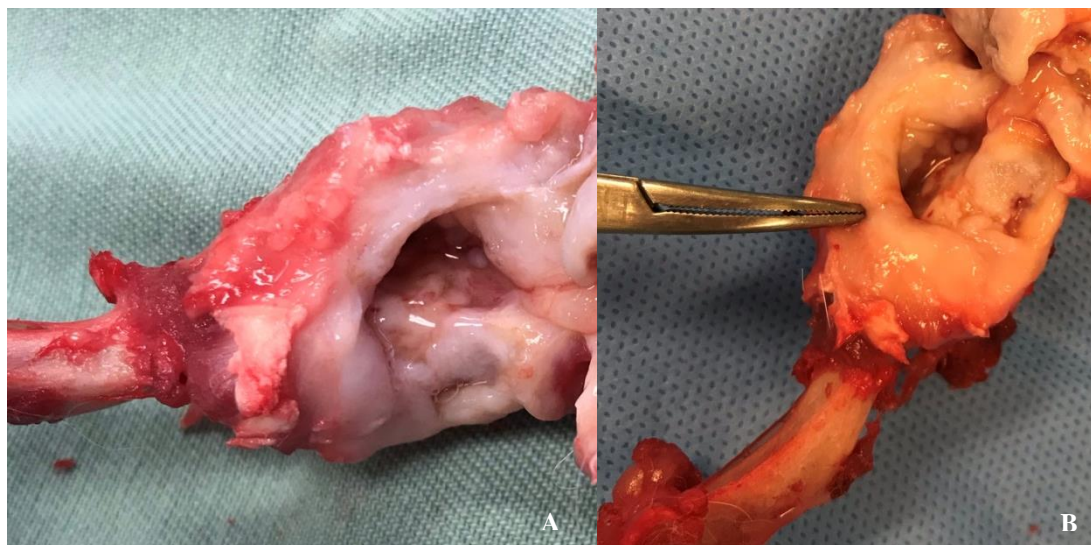
\*Coelho com fratura femoral no M3 (C8 do G2) e submetido à eutanásia, sendo excluído nas demais avaliações (número 0 nos valores).

### 3.4. *Exame Macroscópico e Histopatológico*

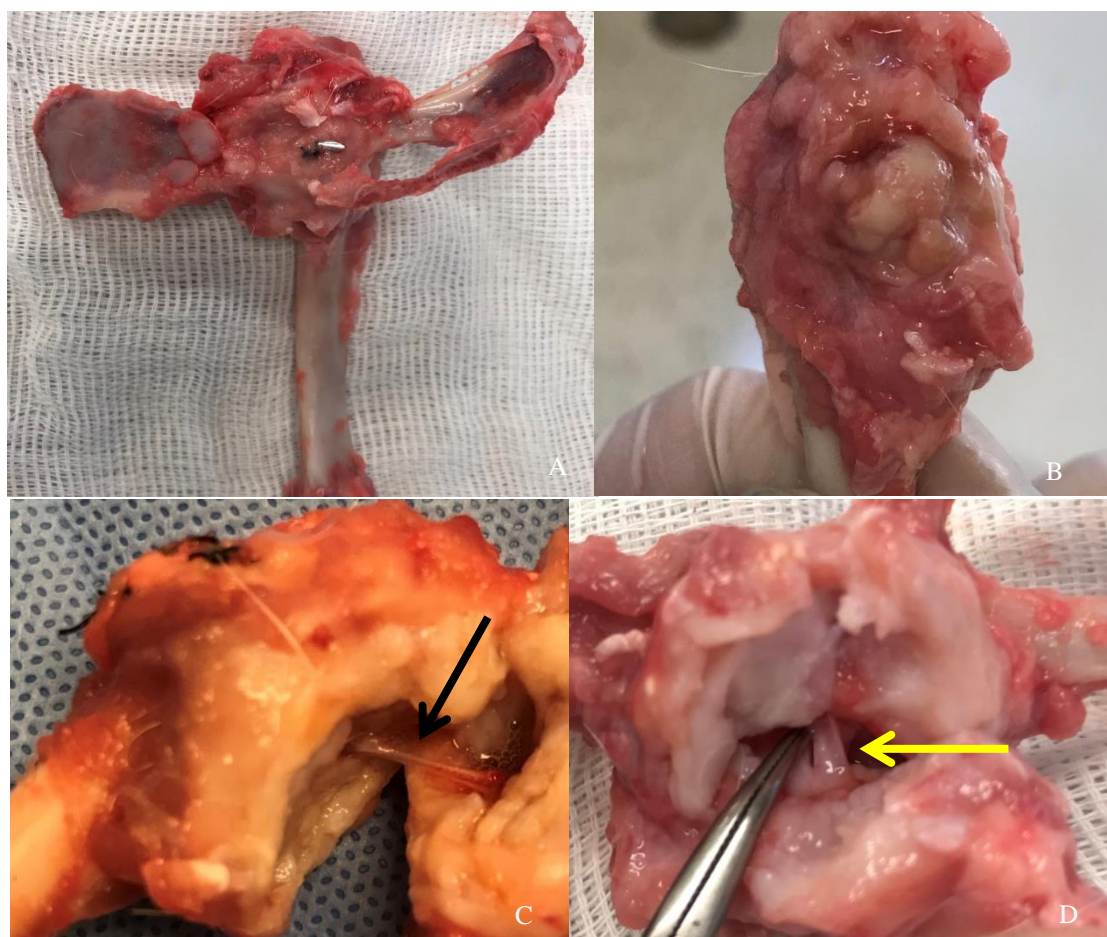
Na avaliação macroscópica do Grupo 1 foi verificado leve espessamento de cápsula articular e discreto remodelamento da cabeça femoral em 30% dos animais (n=4). A superfície cartilaginosa foi classificada em 23,1% dos coelhos (n=3) em Grau 0; 15,4% (n=2) em Grau 1; 30,8% (n=4) em Grau 2; e 30,8% (n=4) em Grau 3, que também apresentou subluxação. No Grupo 2 foi observado leve espessamento da cápsula articular em 53,8% (n=7), moderado espessamento em 46,2% (n=6) e intenso em 15,4% (n=2) (Figura 23 A). As lesões da cartilagem articular foram classificadas em 30,8% dos coelhos (n=4) em Grau 1, 38,4% (n=5) em Grau 2 e 30,8% (n=4) em Grau 3. Dois coelhos (15,4%) com Grau 3 apresentaram luxação com falha do enxerto (reabsorção e falha no posicionamento do implante de ancoragem acetabular) (Figuras 24 A e 24 B). Quanto ao enxerto tendíneo, este mostrava-se íntegro (Figura 24 C) em 76,92% dos animais (n=10). Foram verificados dois casos de soltura total do enxerto no fio de ancoragem na região acetabular, não sendo possível localizá-los dentro da articulação então luxada e um caso de ruptura parcial das fibras do enxerto intra-articular (Figura 24 D). No coelho sacrificado com 15 dias de pós-operatório (M3) devido à fratura femoral, o enxerto tendíneo mostrou-se íntegro e bem posicionado, com espessamento capsular leve, e a superfície articular classificada em Grau 2.

Na avaliação histológica foi observada evidências de ligamentização do enxerto e presença de células fibroblastóides no enxerto. Na interface tendão-osso foram observadas fibras de colágeno periosteal (Fibras de Sharpey) em processo inicial de ligação ao tecido periosteal e a presença de tecido conectivo organizado, além da presença de vasos sanguíneos no enxerto (Figura 25). O Grupo 2 apresentou maior índice de fissuras e irregularidade da superfície articular comparado ao Grupo 1 (Figuras 26 A, B, C).

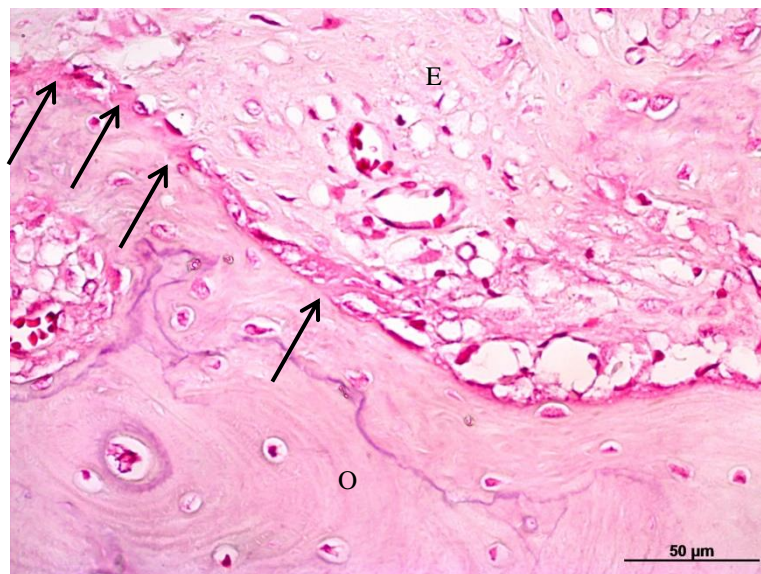
Quanto à análise da cápsula articular, foi observado espessamento capsular. Entretanto, as fibras capsulares mantiveram a arquitetura preservada (Figura 26 D).



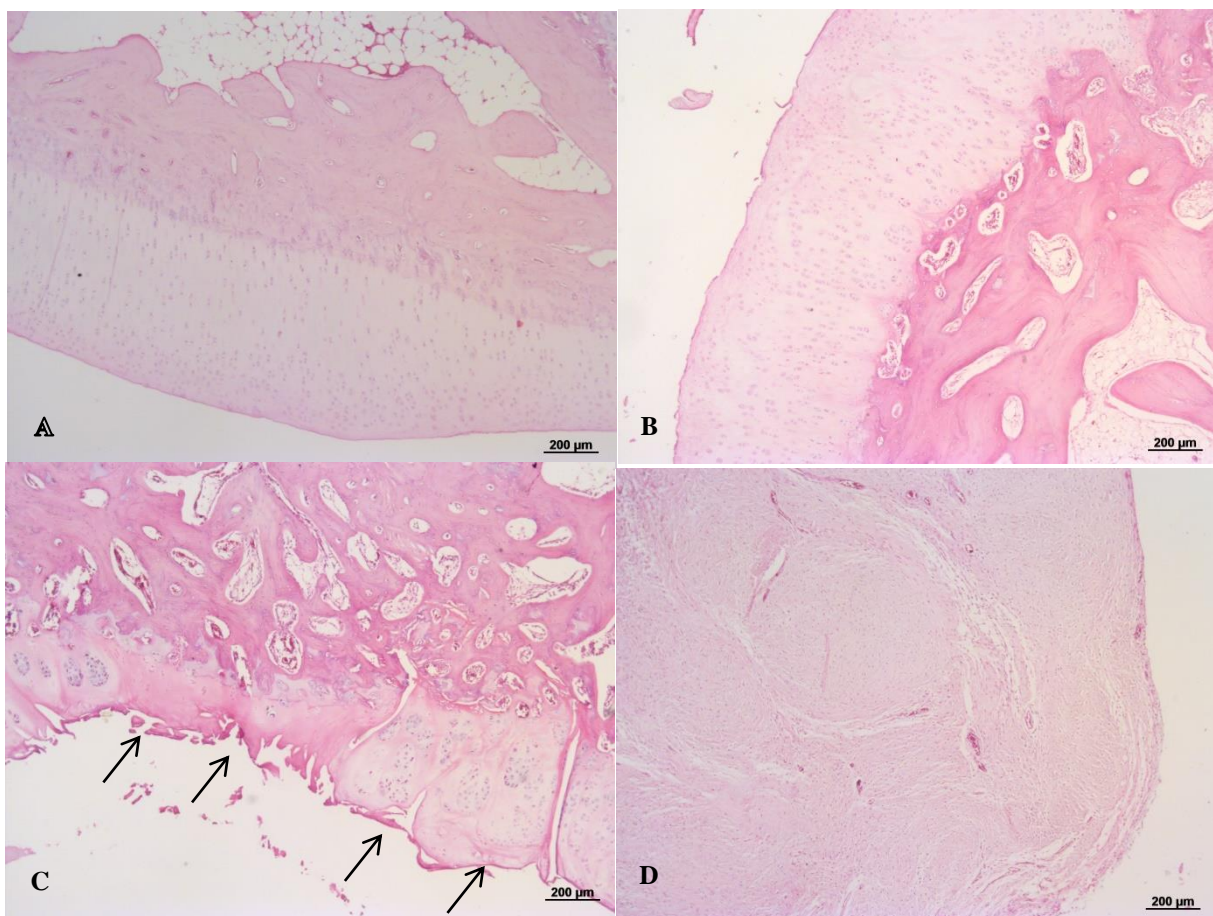
**Figura 23.** A- Espessamento leve-moderado da cápsula articular coxofemoral (seta branca). B- Espessamento intenso da cápsula articular coxofemoral (seta preta).



**Figura 24.** A- Trava em cavilha inserido no orifício acetabular (seta preta), vista medial da hemipelve direita. B- Lesão articular grau 4 com erosões na cabeça femoral (setas brancas). C- Auto enxerto tendíneo do músculo semitendinoso íntegro intra-articular no quadril (seta amarela). D- Ruptura parcial das fibras do auto enxerto tendíneo do músculo semitendinoso (seta preta).



**Figura 25.** Visualização de início da fixação biológica do enxerto ao túnel ósseo através de extensões de fibras de colágeno semelhantes a fibras de Sharpey (seta preta). Presença de vasos sanguíneos no enxerto (setas vermelhas). HE 400x. O. Osso. E. Enxerto



**Figura 26.** A- Imagem da superfície articular saudável na articulação não submetida ao procedimento cirúrgico dos coelhos. B- Imagem da superfície articular de coelho do G2 sem luxação ou subluxação articular. C- Imagem da superfície articular com erosões e irregularidades da superfície (setas pretas). D- Espessamento da cápsula articular em coelho do G2 sem alteração na organização das fibras. HE 500x

## DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que o tendão do semitendinoso pode ser empregado como substituto do LT usando a técnica de cavilha, mas foram observadas complicações que podem ter sido acentuadas pelo tipo de locomoção do coelho.

Optou-se pelo autoenxerto do músculo semitendinoso pela facilidade da coleta e tamanho. O tendão do semitendinoso, o tendão do músculo semimembranoso e o ligamento patelar estão entre os mais utilizados em estudos em coelhos, em especial na substituição do ligamento cruzado cranial (Bi et al., 2015; Giordano et al., 2015; Hoyer et al., 2016). O tendão semitendinoso é o mais indicado no esqueleto imaturo, porque o tendão patelar pode promover fechamento da placa fisária, com consequente deformidades ósseas (Giordano et al., 2015), fato que também foi considerado no atual estudo por se tratar de coelhos jovens. Além disso, a coleta do enxerto não interferiu com a locomoção, visto que independente do grupo, os coelhos apresentaram apoio do membro ao solo. Como o tendão do músculo semitendinoso juntamente com tríceps sural e tendão do flexor digital superficial contribuem para o tendão calcâneo comum (Skalec et al., 2019), provavelmente sua excisão seja compensada pelos demais.

O enxerto foi aplicado de forma dupla, similar ao descrito na substituição do LT em pacientes humanos (Amenabar e O'Donnell, 2012; Lindner et al., 2013; O'Donnell et al., 2020), para que se obtenha um enxerto mais resistente. Em pacientes humanos, em geral, as extremidades do enxerto são transfixadas com fio não absorvível multifilamentar (ex: Poliéster) em padrão de Krackow, Kessler, Bunnel, entre outras variantes (McKeon et al., 2006; Postl et al., 2015). Estudos biomecânicos mostraram maior resistência à tensão em fios nº 3-0 a 2-0, principalmente na técnica de Bunnel (Taras et al., 2001). Contudo, a despeito do tendão do músculo semitendinoso ser considerado fino, porém resistente (Skalec et al., 2019), não foi possível aplicar as suturas de transfixação, sendo necessária realizar uma modificação, em que o mesmo foi envolto somente nas extremidades, o que permitiu a fixação das extremidades na trava cavilha e trava do fêmur.

A avaliação da locomoção pós-cirúrgica dos coelhos não permitiu detectar as complicações, visto que mesmo os coelhos do G2 que apresentaram luxação coxofemoral mantinham o apoio ao solo. Isto diferiu do caso clínico de um coelho de estimação com luxação coxofemoral que apresentava claudicação sem suporte de peso, a qual se resolveu após a correção do processo com uso da técnica de cavilha (Marinkovich et al., 2019).

Estatisticamente a massa corpórea não variou entre os grupos, comprovando a homogeneidade dos animais utilizados. A média da circunferência do membro em G1 foi maior que G2 nos momentos M3, M4 e M5, o que pode estar associado ao maior trauma cirúrgico em G2, o que refletiu na recomposição da musculatura. Da mesma forma, o fato da média da circunferência do G2 ter sido maior que G1 em M2 pode ter por base a maior manipulação cirúrgica deste grupo.

Com relação à amplitude de movimento, apesar de ter ocorrido alterações entre grupos em M3 e M4, na última avaliação aos 90 dias de pós-operatório não ocorreu diferenças entre grupos, indicando que o movimento articular não foi limitado pela técnica empregada. A curva dos valores médios da amplitude de movimento referente aos dois grupos se manteve constante, corroborando com o resultado de retomada da amplitude de movimento na reconstrução ligamentar com autoenxerto de tendão.

Os exames de imagem detectaram um número maior de complicações no G2 quando comparado a G1. Apesar da articulação de G1 ter sido estabilizada apenas com sutura capsular com menor manipulação articular e dos tecidos adjacentes quando comparada ao G2, justifica-se a ocorrência de somente subluxações (n = 4). As luxações (n=2) e subluxações (n=1) verificadas em G2 se deveram a migração da cavilha. Estudos em cães e gatos empregando diversos modelos de pino em cavilha e fio sintético (náilon monofilamento ou multifilamento trançado) na substituição do LT têm também verificado complicações, tais como: relaxação, ruptura prematura da sutura, falha do pino em cavilha (porção do pino entrando dentro da articulação), quebra da cavilha, e desgaste da margem acetabular dorsal (Bone et al., 1984; McLaughlin, 1995; Kieves et al., 2012; Trostel e Fox, 2020; Mathews e Barnhart, 2021). A relaxação em cães e gatos tem variado de 3% a 14,8% (Demko et al., 2006; Pratesi et al., 2012; Mathews e Barnhart, 2021).

Provavelmente o uso de uma trava em cavilha de maior dimensão poderia ter impedido o deslocamento no orifício no atual estudo, porém deve também ser considerada a possibilidade de estreitamento pélvico. Em um estudo com 14 gatos usando “toggle rod” foi notado que o diâmetro do canal pélvico foi reduzido pela presença da haste, com estreitamento médio de 16,2%, porém nenhum dos gatos apresentou problema para defecar (Pratesi et al., 2012).

A locomoção ao salto dos coelhos promove uma carga alta ao implante, fato que deve ser considerado na contribuição das complicações. A restrição da atividade, ou mesmo do membro, tem sido utilizada para minimizar as complicações pós-operatórias em pequenos animais tratados para a luxação traumática da articulação coxofemoral (McLaughlin, 1995; Moores, 2006; Kieves et al., 2012; Trostel e Fox, 2020; Mathews e Barnhart, 2021). Também em pacientes humanos é recomendada restrição do apoio do membro de até 30%, entre duas e seis semanas do procedimento cirúrgico, além de limitação na flexão e adução do membro por pelo menos quatro semanas (Philippon et al., 2012; White et al., 2018). A dificuldade de implementação de alguns destes cuidados em coelhos, implica na necessidade de métodos que resistam a carga imediata. Um fato a se considerar no presente estudo é que, exceto em um coelho com luxação coxofemoral de G2, nos demais não foi observada a ruptura do enxerto de LT, mostrando a resistência do mesmo.

Excluindo os casos de subluxação e luxação em ambos os grupos, as alterações articulares verificadas tanto nos exames de imagem, quanto na avaliação macroscópica foram menos acentuadas em G1 do que G2. A osteoartrite pós-cirúrgica em cães tratados com pino em cavilha e fio, por meio de acesso aberto, tem sido observada entre 5,5% e 50% (Hoim et al., 2003; Mathews e Barnhart, 2021). Em pacientes humanos, a reconstrução do LT tem sido efetuada com o auxílio da artroscopia (Philippon et al., 2012; Lindner et al., 2012; O’Donnel et al., 2020), o que minimiza o trauma articular quando comparado à um procedimento aberto. Além disso, a incisão capsular extensa para exposição da cabeça femoral e da fossa acetabular em procedimentos abertos diminui a estabilidade local. Salienta-se que a instabilidade articular tem sido associada à ocorrência de osteoartrite (Blalock et al., 2015).

Histologicamente a interface entre o tendão e o osso (cabeça femoral, acetábulo) apresentava fibras de colágeno periosteal (Fibras de Sharpey). Em um estudo em coelhos com autoenxerto intra-articular semitendinoso aplicado em orifícios tibial e femoral também foram verificadas presença de tecido conectivo organizado e fibras de tecido conectivo na junção com a interface óssea, além de aparente início da ancoragem das mesmas ao osso (Blickenstaff et al., 1997). Em geral, a separação do enxerto do seu local doador e, conseqüentemente de seu suprimento sanguíneo, juntamente com a lesão óssea promovida pela perfuração promovem um ambiente inflamatório, que favorece a adesão total do enxerto ao osso de forma lenta (Bi et al., 2021). No presente estudo a adesão das fibras de colágeno ao periósteo encontrava-se ainda parcial aos 90 dias após a cirurgia, sugerindo ainda o efeito do trauma cirúrgico.

A análise histológica da cápsula articular mostrou uma arquitetura quanto à celularidade das fibras preservada em 100% dos animais. Em estudo de dois tipos de capsulorrafia (suturas com técnica de “whipstitch” com ácido poliglicólico ou âncoras de titânio) da articulação coxofemoral em coelhos não foram observadas diferenças pelas análises biomecânicas (Garcia-Filho et al., 2012). O trauma cirúrgico promovido tanto pela incisão capsular como pela sutura contribuem para o espessamento capsular, o qual se acentuou nos casos de luxação provavelmente como uma tentativa de estabilização articular.

Referente aos pacientes diagnosticados com luxação ou subluxação coxofemoral, pela análise macroscópica foi possível notar que dois animais apresentaram falha no enxerto concomitante ao mau posicionamento da trava acetabular, sendo um com falha total e outro parcial. Uma vez que o enxerto não pode ser identificado na falha total, a hipótese foi de processo de reabsorção do enxerto. A reabsorção do enxerto foi também verificada em um paciente humano com ruptura do LT tratada com tendão do semitendinoso, a qual foi atribuída ao impacto sobre o enxerto (Amenabar e O'Donnel, 2012). Fatores como infecção, impacto e tensão excessivas no enxerto tendíneo causam vascularização inadequada e favorecem para que não ocorra a incorporação (George et al., 2006). Como o coelho não apresentou sinais de infecção, o impacto sobre o tendão, assim como a tensão, já que esta não foi controlada, foram as hipóteses mais prováveis.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Uma delas é o acesso sem o auxílio de artroscopia, o que requer incisão mais ampla e maior manipulação articular. Entretanto, a que se considerar a dificuldade técnica do uso do artroscopio na articulação coxofemoral de coelhos. Uma outra limitação é que o enxerto do semitendinoso devido ao comprimento permite somente dobra dupla, sendo necessário o estudo de outros tendões que permitam uma dobra tripla, que permitiria uma maior resistência do enxerto. Ressalta-se ainda o curto tempo de avaliação pós-operatório para acompanhamento final do processo de adesão do enxerto tendíneo ao osso e ausência de um grupo controle apenas com excisão do LT sem estabilização.

## **5. CONCLUSÃO**

Baseado nos resultados obtidos foi possível concluir que a reconstrução de duplo feixe do LT usando tendão semitendíneo autólogo com técnica em cavilha mostrou uma fase inicial de ligamentização aos 90 dias de pós-operatório; contudo, deve ser considerado o viés biomecânico sofrido pelo tendão durante a locomoção.

## **REFERÊNCIAS**

- Amenabar T, O'Donnell J. Arthroscopic ligamentum teres reconstruction using semitendinosus tendon: surgical technique and an unusual outcome. *Arthrosc Tech.* 1(2):e169-74, 2012.
- Baek JH, Chun YS, Rhyu KH, Yoon WK, Cho YJ. Effect of ligamentum teres tear on the development of joint instability and articular cartilage damage: an in vivo rabbit study. *Anat Sci Int.* 93(2):262-268, 2018.
- Bancroft JD, Gamble M (Ed.). *Theory and practice of histological techniques.* Elsevier Health Sciences, 2008.
- Bardakos NV, Villar RN. The ligamentum teres of the adult hip. *J Bone Joint Surg Br.* 91(1):8-15, 2009.

- Bi F, Shi Z, Liu A, Guo P, Yan S. Anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model using silk-collagen scaffold and comparison with autograft. *PLoS One*. 10(5):e0125900, 2015.
- Blalock D, Miller A, Tilley M, Wang J. Joint instability and osteoarthritis. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord*. 8:15-23, 2015.
- Blickenstaff KR, Grana WA, Egle D. Analysis of a semitendinosus autograft in a rabbit model. *Am J Sports Med*. 25(4):554-549, 1997.
- Bone DL, Walker ML, Cantwell HD. Traumatic coxofemoral luxation in dogs results of repair. *Vet Surg*. 13(4):263-270, 1984.
- Byrd JW, Jones KS. Traumatic rupture of the ligamentum teres as a source of hip pain. *Arthroscopy*. 20(4):385-391, 2004.
- Cerezal L, Kassarian A, Canga A, Dobado MC, Montero JA, Llopis E, Rolón A, Pérez-Carro L. Anatomy, biomechanics, imaging, and management of ligamentum teres injuries. *Radiographics*. 30(6):1637-1651, 2010.
- DeCamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL. The hip joint. In:\_\_. *Handbook of small animal orthopedics and fracture repair*. 5<sup>th</sup> ed. St. Louis: Elsevier, 2016. p.468-517
- Demko JL, Sidaway BK, Thieman KM, Fox DB, Boyle CR, McLaughlin RM. Toggle rod stabilization for treatment of hip joint luxation in dogs: 62 cases (2000-2005). *J Am Vet Med Assoc*. 229(6):984-9, 2006.
- Gallego M, Villaluenga JE. Coxofemoral luxation in pet rabbits: nine cases. *J Small Anim Pract*. 60(10):631-635, 2019.
- George MS, Dunn WR, Spindler KP. Current concepts review: revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 34(12):2026-2037, 2006.
- Giordano M, Falciglia F, Poggiaroni A, Aulisa AG, Savignoni P, Guzzanti V. Histological changes of semitendinosus autograft after anterior cruciate ligament reconstruction in an immature rabbit model. *J Exp Orthop*. 2(1):17, 2015.
- Grana WA, Egle DM, Mahnken R, Goodhart CW. An analysis of autograft fixation after anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model. *Am J Sports Med*. 22(3):344-51, 1994.
- Gray AJ, Villar RN. The ligamentum teres of the hip: an arthroscopic classification of its pathology. *Arthroscopy*. 13(5):575-578, 1997.
- Harasen G. Coxofemoral luxations--Part 2: Surgical options. *Can Vet J*. 46(6):546-547, 2005.

- Höim R, Andrianov V, Lenzner A. Use of modified toggle pin technique for management of coxofemoral luxations in dogs: A review of literature and a report of two cases. *J Agr Sci.* 14:203-208, 2003.
- Hoyer M, Meier C, Kohl B, Lohan A, Kokozidou M, Schulze-Tanzil G. Histological and biochemical characteristics of the rabbit anterior cruciate ligament in comparison to potential autografts. *Histol Histopathol.* 31(8):867-877, 2016.
- Johnson RA, Wichern DW. *Applied multivariate statistical analysis.* 6ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2007. 773p.
- Kalisvaart MM, Safran MR. Microinstability of the hip-it does exist: etiology, diagnosis and treatment. *J Hip Preserv Surg.* 2:123-135, 2015.
- Kieves NR, Lotsikas PJ, Schulz KS, Canapp SO. Hip toggle stabilization using the TightRope® system in 17 dogs: technique and long-term outcome. *Vet Surg.* 43(5):515-22, 2014.
- Lindner D, Sharp KG, Trenga AP, Stone J, Stake CE, Domb BG. Arthroscopic ligamentum teres reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2(1):e21-5, 2012.
- Lust G, Summers BA. Early, asymptomatic stage of degenerative joint disease in canine hip joints. *Am J Vet Res.* 42:1849-1855, 1981.
- Martin RL, Martin HD. Function and clinical relevance of the ligamentum teres: A current concept. *Curr Orthop Pract.* 26:1-3, 2015.
- Martin RL Palmer I Martin HD. Ligamentum teres: a functional description and potential clinical relevance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 20:1209-14, 2012.
- Mathews ME, Barnhart MD. Risk factors for relaxation after toggle rod stabilization for treatment of coxofemoral luxation in 128 dogs. *Vet Surg.* 50(1):142-149, 2021.
- Marinkovich M, Guzman DS-M., Hawkins MG, Gleeson M, Chou P-Y. Open reduction and stabilization of a luxated coxofemoral joint in a domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) using a toggle-pin fixation. *J Exotic Pet Med* 30:43-49, 2019.
- McDevitt CA, Muir H. Biochemical changes in the cartilage of the knee in experimental and natural osteoarthritis in the dog. *J Bone Joint Surg Br.* 58(1):94-101, 1976.

- McKeon BP, Heming JF, Fulkerson J, Langeland R. The Krackow stitch: a biomechanical evaluation of changing the number of loops versus the number of sutures. *Arthroscopy*. 22(1):33-37, 2006.
- McLaughlin RM Jr. Traumatic joint luxations in small animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 25(5):1175-1196, 1995.
- Meeson RL, Strickland R. Traumatic joint luxations in cats: Reduce, repair, replace, remove. *J Feline Med Surg*. 23(1):17-32, 2021.
- Moore A. Decision making in the management of hip luxations in dogs and cats. *In Practice* 28(10): 570-576, 2006.
- O'Donnell JM, Devitt BM, Arora M. The role of the ligamentum teres in the adult hip: redundant or relevant? A review. *J Hip Preserv Surg*. 10;5(1):15-22, 2018.
- O'Donnell JM, Pritchard M, Salas AP, Singh PJ. The ligamentum teres-its increasing importance. *J Hip Preserv Surg*. 1(1):3-11, 2014.
- O'Donnell J, Klaber I, Takla A. Ligamentum teres reconstruction: indications, technique and minimum 1-year results in nine patients. *J Hip Preserv Surg*. 7(1):140-146, 2020.
- Philippon MJ, Pennock A, Gaskill TR. Arthroscopic reconstruction of the ligamentum teres: technique and early outcomes. *J Bone Joint Surg Br*. 94(11):1494-1498, 2012.
- Postl LK, Kirchhoff C, Hupertz V, Plitz W, Schmitt-Sody M. Development of a new suturing technique for tendon graft preparation: an animal cadaver study. *Clin Biomech*. 30(4):377-382, 2015.
- Pratesi A, Grierson J, Moore AP. Toggle rod stabilisation of coxofemoral luxation in 14 cats. *J Small Anim Pract*. 53(5):260-266, 2012.
- Skalec A, Janeczek M, Czerski A. Anatomy and histology of the rabbit common calcanean tendon. *Anat Histol Embryol*. 48(5):466-475, 2019.
- Sun, L, Wu B, Tian M, Liu B, Luo Y. Comparison of graft healing in anterior cruciate ligament reconstruction with and without a preserved remnant in rabbits. *Knee*. 20(6): 537-544, 2013.
- Taras JS, Raphael JS, Marczyk SC, Bauerle WB. Evaluation of suture caliber in flexor tendon repair. *J Hand Surg Am*. 26(6):1100-1104, 2001.
- Tomlinson JL. Treatment of coxofemoral luxations. In: Bojrab MJ, Waldron DR, Toombs JP. *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 5<sup>th</sup> ed. Tenton NewMedia: Jackson, 2014. p.991-997.

Trostel CT, Fox DB. Coxofemoral Joint Luxation in Dogs Treated with Toggle Rod Stabilization: A Multi-Institutional Retrospective Review with Client Survey. *J Am Anim Hosp Assoc.* 56(2):83-91, 2020.

White BJ, Scoles AM, Herzog MM. Simultaneous acetabular labrum and ligamentum teres reconstruction: a case report. *J Hip Preserv Surg.* 5(2):166-173, 2018.

Zar JH. *Bioestatistical analysis.* 5ed. New Jersey: Prentice Hall, 994, 2009.

## 1. Anexo I – Protocolo Comitê de Ética CEUA 0125/2019

**ATESTADO**

**Atesto** que o Projeto "Reconstrução do ligamento redondo com emprego de auto enxerto de tendão" **Protocolo CEUA 0125/2019**, a ser conduzido por Rebeca Bastos Abibe, responsável/orientador Sheila Canevese Rahal, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

<b>Finalidade</b>	<b>PESQUISA CIENTÍFICA</b>
<b>Vigência do projeto</b>	01/08/2019 a 01/07/2021
<b>Nome Comum / Espécie / Linhagem</b>	GOELHO / ORYCTOLAGUS CUNICULUS /
<b>Raça</b>	Norfolk
<b>Nº de animais machos</b>	0
<b>Nº de animais fêmeas</b>	0
<b>Nº de animais sexo indefinido</b>	30
<b>Peso médio de animais machos</b>	0
<b>Peso médio de animais fêmeas</b>	0
<b>Peso médio de animais sexo indefinido</b>	3,0
<b>Idade</b>	0 ano(s) e 2 mes(es) e 0 dia(s).
<b>Procedência</b>	Biotério central UNESP Botucatu

**Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 14/08/2019**

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