

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**RECONSTRUÇÃO DE RUPTURAS INDUZIDAS NO TENDÃO EXTENSOR  
DIGITAL LONGO EM PÔNEIS, UTILIZANDO HOMOIMPLANTE TENDÍNEO  
PRESERVADO EM GLICERINA 98% E FIO NAILON MONOFILAMENTOSO.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**RODRIGO OTÁVIO DO CANTO CARDONA**

**Santa Maria, RS, Brasil**  
**2007**

**RECONSTRUÇÃO DE RUPTURAS INDUZIDAS NO TENDÃO EXTENSOR  
DIGITAL LONGO EM PÔNEIS, UTILIZANDO HOMOIMPLANTE TENDÍNEO  
PRESERVADO EM GLICERINA 98% E FIO NAILON MONOFILAMENTOSO.**

**por:**

**Rodrigo Otávio do Canto Cardona**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Medicina Veterinária**

**Orientador: Prof. Dr. Ney Luis Pippi**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado**

**RECONSTRUÇÃO DE RUPTURAS INDUZIDAS NO TENDÃO EXTENSOR  
DIGITAL LONGO EM PÔNEIS, UTILIZANDO HOMOIMPLANTE TENDÍNEO  
CONSERVADO EM GLICERINA 98% E FIO NAILON MONOFILAMENTOSO.**

elaborada por:

**Rodrigo Otávio do Canto Cardona**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Medicina Veterinária**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Ney Luis Pippi, PhD**  
(Presidente/Orientador)

**Maurício Veloso Brun, Dr. (UPF)**

**Adriano Bonfim Carregaro, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 22 de Janeiro de 2007

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Manoel e Norma, por serem os meus maiores incentivadores na busca da felicidade e realização profissional.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência, e por me dar saúde para que eu possa superar os obstáculos e alcançar meus objetivos.

Aos meus pais Manoel e Norma, que sempre me incentivaram e me deram apoio nos momentos mais difíceis, esta conquista é especialmente dirigida a eles. Muito obrigado por estarem sempre comigo.

A minha irmã Maria Rita, que apesar da distância, sempre torce por mim, obrigada mana.

A minha noiva Michelle, pela paciência e incentivo.

Ao meu orientador Prof. Ney, obrigado por me aceitar como orientado e também pelos ensinamentos transmitidos durante o mestrado, pois foram de grande valia para o desenvolvimento da dissertação, pela confiança em permitir que realizasse o experimento em outro lugar e principalmente pela ajuda na fase final deste trabalho, que foi de imensa importância. Além disso, o senhor me mostrou o que é ser um orientador presente, muito obrigado professor.

Ao professor Alceu Raiser, por sanar dúvidas referentes ao experimento e também pela sugestão de idéias novas, que foram muito bem-vindas, meu eterno agradecimento e admiração.

Ao professor Alexandre Mazzanti, que foi excelente orientador na especialização em cirurgia, e que tem se mostrado um grande amigo, durante o mestrado.

A professora Sônia que sempre me incentivou para que eu seguisse a diante na pós-graduação desde a especialização, obrigado.

Agradeço a atenção da prezada professora Dominguita e também pela confecção e interpretação das lâminas.

Agradeço em especial ao meu amigo e colega Fabrício Braga, por abrir mão de feriados e fins de semana para anestesiar os pôneis do experimento.

A Josaine Rappeti, prezada amiga, sempre pronta para ajudar, a quem eu sempre recorro nas horas de dificuldade, obrigado Jô.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, Marina, Débora, Érica, Charles e Daniel, que apesar de não estar presente integralmente, fiquei muito próximo de vocês.

Ao Luís, meu grande amigo e enfermeiro, muito obrigado por cuidar dos animais de maneira tão zelosa, e com certeza você foi responsável pelo sucesso do trabalho, muito obrigado.

Agradeço aos meus alunos da Patologia Cirúrgica, pela ajuda na execução do experimento.

Agradeço ao Departamento de Patologia pelo fornecimento dos tendões utilizados no presente trabalho.

Aos, cavalos, que fazem parte de minha vida, e é por esta razão, que sempre buscarei novas opções para o seu bem-estar.

## RESUMO

### **RECONSTRUÇÃO DE RUPTURAS INDUZIDAS NO TENDÃO EXTENSOR DIGITAL LONGO EM PÔNEIS, UTILIZANDO HOMOIMPLANTE TENDÍNEO PRESERVADO EM GLICERINA 98% E FIO NÁILON MONOFILAMENTOSO**

O tendão do músculo extensor digital longo (TEDL) pode sofrer ferimento traumático com considerável perda de segmento, tornando extremamente difícil o seu reparo primário devido à contratura dos músculos e contaminação da ferida. Com base nesta observação foi elaborado um modelo experimental em que foram utilizados seis pôneis adultos com peso médio de 100 kg. Após o período de adaptação pré-operatória, os animais foram submetidos à intervenção cirúrgica, sob anestesia geral inalatória, onde foi realizada a secção de um segmento de 3cm de comprimento do TEDL do membro posterior direito, mimetizando uma ruptura tendínea total. Em seguida foi implantado na falha tendínea, um segmento de tendão homólogo preservado em glicerina a 98% sendo este fixado aos cotos proximal e distal por meio de sutura de Kessler modificada com fio de nylon monofilamentoso 2.0. No membro contra-lateral foi realizado um defeito semelhante, onde também procedeu-se a retirada de segmento do TEDL medindo cerca de 3cm de comprimento. Para a reparação foi realizada somente a sutura de Kessler, ficando os fios de sutura no espaço criado, orientando desta maneira os cotos tendíneos, diferenciando do procedimento realizado no membro posterior direito pelo fato de não sofrer implantação de segmento tendíneo homólogo preservado. Após o procedimento cirúrgico todos os animais foram submetidos à imobilização externa com gesso acrílico em ambos os membros operados, por um período de sessenta dias, com o objetivo de impedir a flexão da articulação metatarsofalangeana evitando tensão na linha de anastomose. Decorridos noventa dias de pós-operatório, todos os animais passaram por nova intervenção cirúrgica, onde foram realizadas biópsias de ambos os tendões reparados e então submetidos a análise histológica. Onde se verificou adiantado estágio de cicatrização em ambos os métodos de reparo, sendo que o tendão que recebeu o implante apresentou vantagens, como a manutenção do diâmetro e espessura do tendão receptor e ausência de aderências peritendíneas. Quanto à funcionalidade dos membros operados não foi verificada nenhuma alteração digna de nota, pois todos os animais, independente do método de reparo, deambularam perfeitamente nas diferentes fases da marcha.

Palavras-chave: equino, tendão, implante preservado, glicerina 98%.

## **ABSTRACT**

### **THE RECONSTRUCTION OF INDUCED RUPTURE IN THE LONG DIGITAL EXTENSOR TENDON IN PONIES USED TENDON HOMOGRAFT PRESERVED IN GLYCERIN 98% AND MONONYLON SUTURE.**

The long digital extensor tendon can suffer trauma with considerable lack of a segment, becoming extremely difficult the primary repair due to muscle contraction and wound contamination. In order to correct this, an experimental model was developed, using 6 adult ponies, weighing between 150 to 200 kg. Before the pre surgical adaptation, the animals were submitted to a surgical procedure under general anaesthesia. Through a surgical incision in the right rear limb, a piece of 3cm in length of the long digital extensor tendon was removed. In the tendon gap was implanted an homologous tendon segment preserved in glyceril 98% by mean of a Kessler modified suture, with mononylon 2.0. In the other limb was done a similar defect with excision of 3cm of the same tendon, repaired only with Kessler modified suture, leaving the mononylon strands in the gap, without the use of preserved homograft. After the surgical procedure, an external restraint with acrylic device was applied in both rear legs for a period of 60 days. Ninety days after the surgery all animals went under a new procedure in which, there were done biopsies of both repaired tendons. Besides they went thought histological analysis. It was verified that there was a good healing in both repairing methods. The tendon that was grafted presented advantages such as the dimensions maintenance of the receptor tendon. As well as the peritendineous adherence missing. As for the limb function there was not observed any change, so all animals, regardless of the repairing methods, presented a perfect motion in different trails level.

Key-words: equine, tendon, preserved tissue, glycerol 98%.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1- Preparo do leito receptor mediante a retirada de segmento do tendão do músculo extensor digital longo.....	25
Figura 1.2- Relação entre o segmento tendíneo retirado (SR) e o implante homólogo (HI) preservado em glicerina 98%.....	25
Figura 2.1- Leito receptor preparado para a colocação do implante preservado em glicerina 98%. Cotos tendíneos proximal (CP) e distal (CD), mobilizados por meio de agulhas hipodérmicas.....	26
Figura 2.2- fixação proximal do implante conservado ao tendão receptor por meio de sutura de Kessler modificada e fio mononáilon. ....	25
Figura 3.1- fixação distal do implante ao tendão receptor .....	26
Figura 3.2- homoimplante fixado ao tendão receptor .....	26
Figura 4- Aspecto final da reparação do tendão extensor digital longo do membro esquerdo, onde somente foi realizada a sutura de Kessler modificada com fio mononáilon 2.0 preenchendo o local da ruptura. ....	27
Figura 5- Aparência macroscópica do tendão que sofreu implantação aos 90 dias de pós-operatório. Nota-se o local de implantação pela presença do fio de sutura no interior do tendão (seta).....	33
Figura 6- tendão do membro pélvico esquerdo, no qual foi realizada somente a sutura de Kessler modificada, aos 90 dias pós-implante. Verifica-se o espessamento do tendão no local da ruptura experimentalmente induzida (setas).....	34

Figura 7.1- Histologia de regeneração tendínea. Feixes de fibras colágenas arranjados em paralelo, separados por fino tecido intersticial. H&E, 90 dias p.i. 40X. ....	35
Figura 7.2- Feixes de fibras colágenas entrelaçados com predomínio de fibras avermelhadas. Masson, 90 dias. 40X .....	35
Figura 7.3- Histologia de regeneração do tendão que sofreu implantação de segmento tendíneo preservado em glicerina 98%. Feixes de fibras colágenas vistos sob luz polarizada mostram predomínio de colágeno tipo III (verde) sobre o colágeno tipo I (alaranjado). Picro sirius, 90 dias. 40X. ....	35

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Avaliação dos parâmetros fisiológicos em pôneis submetidos à reconstrução tendínea utilizando homoplante conservado em glicerina 98%. Aplicou-se ANOVA para amostras pareadas com posterior teste de Dunnett para comparações de médias dentro de cada grupo em relação ao tempo 0. ....	31
TABELA 2 – Avaliação da evidência ou não de claudicação de membros direito e esquerdo em pôneis submetidos à reconstrução tendínea utilizando homoplante conservado em glicerina 98%. ....	32
TABELA 3 – Comparação de claudicação de membros direito e esquerdo em pôneis submetidos à reconstrução tendínea utilizando homoplante conservado em glicerina 98% após 60 dias. Aplicou-se teste de Qui-quadrado para a comparação entre os membros.....	32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
1.1 Anatomia e função tendínea .....	12
1.2 Cicatrização .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
3.1 Coleta e conservação dos tendões .....	22
3.2 Modelo experimental .....	22
3.3 Avaliação clínica pré-operatória .....	22
3.4 Procedimento pré-operatório e anestesia .....	23
3.5 Preparo do implante conservado em glicerina 98%.....	24
3.6 – Fase trans-operatória.....	25
3.7 - Avaliação clínica pós-operatória.....	28
3.8 - Estudo histológico.....	28
3.9 Biópsias.....	28
<b>4. ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	30
<b>5. RESULTADOS</b> .....	31
5.1 - Avaliação dos parâmetros fisiológicos.....	31
5.2 - Avaliação clínica.....	31
5.3 - Observações macroscópicas pós-operatórias.....	33
5.4 - Evolução de 90 dias .....	34
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	42
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	43

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o contínuo desenvolvimento da equinocultura os cavalos, principalmente aqueles destinados a esportes equestres, passaram a adquirir alto valor comercial, permanecendo em contato direto com o homem e em confinamento quase que contínuo. Estes fatores aliados ao temperamento nervoso destes animais potencializam situações que predisõem a ocorrências de traumas como feridas provocadas por objetos cortantes levando na maioria das vezes a secção parcial ou completa do aparelho suspensório dos membros dos quais fazem parte os tendões e ligamentos. Esses traumas quando não adequadamente tratados podem levar a perda da funcionalidade do membro acometido, afetando de maneira radical a vida esportiva desses animais, além de acarretar grande prejuízo econômico para os criadores.

### 1.1 Anatomia e função tendínea

Os tendões são estruturas esbranquiçadas localizadas entre o músculo e o osso, são formados por tecido conjuntivo denso e regular. Composto por colágeno ordenado de maneira longitudinal, rodeadas por uma bainha de tecido conectivo frouxo denominada paratendão (AUER & STICK, 1999). A considerável coesão existente entre as bandas tendinosas proporciona grande resistência a tensão. O ordenamento helicoidal e a configuração em zigue-zague aumentam sua elasticidade. O endotendão circunda vasos sanguíneos, nervos e fascículos, enquanto que o epitendão circunda toda a unidade tendínea externamente. Ambas as estruturas são responsáveis pela irrigação e vascularização ao tendão (STASHAK, 1994). Tendões maduros são compostos primariamente de feixes longitudinais de fibras colágenas tipo I que possuem enorme resistência. Os ligamentos anulares ou retináculos mantêm o tendão junto ao osso, prevenindo assim seu deslocamento em articulações de grande mobilidade, onde também possuem bolsas sinoviais abaixo dos tendões.

As bainhas sinoviais são compostas por dois extratos, um externo ou parietal e um interno ou visceral, tendo em sua composição básica água, colágeno, proteoglicanos e fibrócitos ordenados. A borda proximal da bainha tendinosa contém uma prega que permite que o tendão deslize, já isto não ocorre na extremidade distal. Devido a essa configuração, o mesotendão da extremidade proximal deve ser mais largo que o da extremidade distal (STASHAK, 1994).

Em locais onde o tendão necessita de maior proteção, os mesmos sofrem processo de ossificação para formar ossos sesamóides, ou condrificação nas inserções junto ao osso, como por exemplo, a inserção do tendão do músculo flexor digital superficial (KILLINGSWORTH, 1993).

A irrigação sanguínea do tecido tendíneo provém do osso ou o músculo ao qual se adere, ou do mesotendão associado à bainha tendinosa desde o paratendão. Os ossos e os músculos são responsáveis somente por 25% da irrigação tanto proximal como distal do tendão, com exceção da região metacarpeana central, associada com o tendão do músculo flexor digital superficial, onde os vasos intrínsecos localizados na periferia medial e lateral do tendão, e irrigam mais de 25% do comprimento do tendão. Estes vasos estão interconectados por uma rede capilar difusa. Já isto não ocorre nos tendões extensores (PAYNE & TOMLINSOM, 1993).

## **1.2 Cicatrização**

O processo cicatricial do tendão ocorre tanto de forma intrínseca como extrínseca. A cicatrização intrínseca é sustentada pelos fibroblastos e pela irrigação intrínseca, que nutre aproximadamente 25% do volume tendíneo. Essa cicatrização se evidencia pelo crescimento celular centrífugo e centrípado. As células do endotendão podem atuar como fibroblastos ativos para suportar a reparação do tendão. A redução das aderências peritendinosas se deve a estimulação desta reparação intrínseca. A reparação extrínseca ocorre como resultado da estimulação do tecido peritendinoso para que ocorra a proliferação de células e capilares necessários à cicatrização. Este evento celular é o responsável pelas aderências peritendíneas. Com base nessas observações, se aceita o fato de que a irrigação intrínseca e os fibroblastos não são suficientes para sustentar a cicatrização primária do tendão. Sendo que o suporte extrínseco é de maior importância, pois é responsável por 90% dos recursos de cicatrização enquanto que a reparação intrínseca contribui com apenas 10% para o processo de reparação tendínea (PEACOCK & Van WINKLE, 1976).

A cicatrização do tendão é regida por uma seqüência biológica inerente a qualquer ferida cutânea só que ocorrendo de forma mais lenta. Este processo inicia com a formação do coágulo de fibrina. Originários do epitendão e endotendão, os fibroblastos migram para a lesão juntamente com os fibroblastos provenientes dos tecidos adjacentes. Nessa fase ocorre a fagocitose das células e fragmentos de colágeno iniciando a síntese de novo colágeno.

A debilidade do tendão pós-lesão, ocorre devido a fibrinólise do coágulo fibrocelular normalmente isto ocorre entre o quinto e sétimo dia. Dos quatro aos quarenta e cinco dias pós-trauma inicia-se a fase de reparação com a formação do coágulo fibrovascular ao redor do tendão, fixando-se a todas as estruturas adjacentes, nesta fase, que a ferida começa a ganhar resistência. Nos tendões extensores a cicatrização ocorre mais lentamente que nos tendões flexores, devido a grande área de afastamento entre os cotos rompidos (MASON & ALLEN, 1941).

Quando um tendão é submetido a uma força de grande magnitude ou a uma súbita tração diferente da habitual, ele pode ser lesado gravemente a ponto de ocorrer a sua ruptura total (WESTPHALEN et. al.1995) situação essa também comumente observada na espécie humana. Em animais os tendões mais freqüentemente envolvidos, estão localizados nas porções inferiores dos membros, sendo que a causa mais comum de rupturas totais ou parciais é o trauma, devido à ação de objetos cortantes ou agudos (RAISER, 2000, KOENIG et al. 2005).

Outros fatores também foram atribuídos as tenopatias e até mesmo rupturas expontâneas pelo uso de fármacos como os antibióticos responsáveis por danos de origem oxidativa nas células tendíneas de ratos (SIMONIM, et al., 2000) e de equinos (YOON, 2004).

Em equinos as causas mais comuns de lacerações tendíneas devido a cortes com arames de cerca na qual os tendões extensores estão envolvidos. Já nos tendões flexores as lacerações se devem ao pisoteio e coices em objetos cortantes (STASHAK, 1994) e até mesmo às feridas produzidas pelo próprio animal durante as corridas. A divisão traumática dos tendões do músculo extensor digital comum e ou lateral do membro dianteiro e do extensor longo e ou lateral do membro traseiro é relativamente comum. No membro torácico a secção geralmente ocorre entre o carpo e a articulação metacarpofalangeana, no membro pélvico os tendões são seccionados logo abaixo da articulação metatarsofalangeana (McILWRAITH, 1994). Nestas situações há grande prejuízo funcional, devido à perda de aposição entre as extremidades rompidas, já que a cicatrização espontânea do tendão não proporciona um reparo ideal, sendo constatado que a força e o comprimento habitualmente não readquirem proporções normais (WESTPHALEN et al, 1995).

CLAYTON (1959) comparou o tratamento conservador, apenas com imobilização, com o tratamento cirúrgico por sutura, de tendão de cães previamente rompidos. Constatou

que os tendões suturados eram mais resistentes e apresentavam menos tecido fibroso do que os tratados de maneira conservativa. Os tendões flexores são rodeados por bainhas e ligamentos anulares e requerem mais função deslizante que os tendões extensores. Isto é mais importante em humanos, nos quais o tendão flexor profundo da mão tem amplitude de movimento de aproximadamente 5cm na região palmar média. No cão, o mesmo tendão tem, na mesma região a função de apenas sustentar o peso com importante embora limitada função deslizante.

No homem o tratamento de eleição é a reparação primária, enquanto que em animais tal reparação geralmente deve ser protelada devido à dificuldade de se obter uma ferida limpa. Se o tendão cicatrizar por segunda intenção, sem adequada aproximação poderá ficar muito longo devido à formação de extensa cicatriz. A cicatriz remodela de acordo com a arquitetura do tecido com que se continua. Feridas extensas levam a destruição do tecido paratendíneo adjacente ao tendão, de modo que o tecido cicatricial remodelante se justapõe ao tecido tendíneo e não com o paratendíneo. Isso exemplifica que o mínimo trauma à superfície externa do tendão é um pré-requisito para a recuperação da função deslizante (PEACOCK & VAN WINKLE, 1976).

Em equinos não há um protocolo específico de tratamento para as rupturas e lacerações tendíneas, mas algumas regras gerais podem ser estabelecidas. Em todos os casos deve-se respeitar os princípios da cirurgia asséptica, como limpar e debridar a ferida. No caso de secção dos tendões digitais extensores, a ferida é limpa, debridada e suturada se for possível para se obter uma cicatrização por primeira intenção. O debridamento deve incluir a remoção do paratendão contaminado ou necrosado. Na presença de infecção, deve-se deixar a ferida cicatrizar por granulação, nestes casos pode-se esperar mais de seis meses para que seja obtida a função plena (STASHAK, 1994).

Já os resultados gerais nas lacerações dos tendões flexores nesses animais são bem menos satisfatórios. Se o trauma atingir somente o tendão do músculo flexor digital superficial, a articulação metatarsofalangeana se aproxima embora não toque o solo, se ambos tendões flexores estiverem envolvidos, a articulação do boleto tocará o solo e a região da pinça do casco se elevará ao apoiar o peso do membro, se o tendão do músculo extensor se romper, a face dorsal da articulação metatarsofalangeana, tocará o solo e arrastará o casco bem como a flexão involuntária das articulações distais, ou seja, a articulação metacarpofalangeana ou a articulação metatarsofalangeana provocarão tropeços devido à instabilidade articular (STASHAK 1994; THOMASSIAN, 1996 e TAYLOR, 1997).

O prognóstico relativamente favorável de lesões em tendões extensores, se deve ao fato de desempenharem um papel coadjuvante no exercício e por suportarem cargas menores que 10% daquelas encontradas pelos tendões flexores durante a locomoção. Dependendo dos tendões envolvidos em traumas do membro posterior de eqüinos, o retorno funcional varia em 62% em tendões extensores lacerados tanto o digital lateral como o digital longo e 80% em lacerações onde apenas o tendão extensor digital longo está envolvido (GIANINI, 2003).

No controle da dor associada à traumas nesta estrutura deve-se utilizar drogas antiinflamatórias não-esteroidais, devido as suas propriedades analgésicas, antiinflamatórias e antipiréticas, com ação inibitória da cicloxigenase e consequente diminuição da produção de prostaglandinas (MacALLISTER et al., 1993).

Pode também ser utilizado a hidroterapia para a prevenção de edema (LEWIS, 2002), e também a laserterapia que apresenta como vantagens à aceleração do processo de regeneração além de modular a formação de tecido de granulação (RAISER, 2000), tão abundante no processo cicatricial da espécie eqüina (GIANINI, 2003).

Outra modalidade de tratamento em lacerações tendíneas parciais, é o transplante autólogo de células tronco intralesional, ainda em fase experimental, mas com resultados encorajadores (SMITH, 2005; RICHARDSON, 2006).

Como medida de emergência deve-se manter a ferida limpa com ampla tricotomia e utilização de talas de PVC ou gesso para impedir a flexão da articulação distal á ruptura, mantendo desta forma o eixo podofalangeano. Também podem ser utilizadas ferraduras com extensão na pinça, com o mesmo objetivo (STASHAK, 1994). Nos casos de rupturas tendíneas totais, recomendou-se o uso de coaptação externa por um período de três meses (JANN, 2004).

Recomenda-se na maioria dos casos, tentar a reparação tendínea por primeira intenção, a qual é classificada de acordo com o tempo em: primária, primária protelada, secundária ou tardia. A reparação primária é feita em até 12 horas, a primária protelada em até 10-14 dias, após este período é classificada como secundária e após quatro semanas é definida como secundária protelada. Reparações após 30 dias e com contratura muscular podem requerer reconstrução ou uso de implante (WANG, 1998).

O objetivo fundamental da reparação primária é manter a função de sustentação do tendão rompido, ao passo que a secundária somente é necessária quando houver falha na reparação primária ou essa não tenha sido tentada (RAISER, 2000). O procedimento cirúrgico só deve ser tentado quando a ferida não apresentar contaminação ou infecção, sendo necessária abordagem atraumática para prevenir futuras aderências dos tecidos peritendíneos

ao tendão, além de evitar danos à vascularização que penetra pelo paratendão oriunda dos vasos da junção miotendínea (PAINE & TOMLINSOM, 1993).

Deve-se dar atenção especial se a hemostasia for feita por eletrocoagulação ou torniquetes, devido a danos aos cotos tendíneos rompidos e tecidos peritendíneos. Deve-se utilizar irrigação com solução salina morna e aspiração contínua para evitar ressecamento das estruturas e adequada visualização do campo operatório (KILLIGSWORTH, 1993).

A tenorrafia termino-terminal primária quando possível, é o melhor método de reparo para lesões recentes. Os danos teciduais são minimizados pelo uso de uma quantidade mínima de material de sutura exigida para sustentar o tendão e por um comprometimento reduzido da microcirculação do tendão.

O padrão de sutura atualmente utilizado em ambos os pacientes humanos e animais, que melhor preenche esses critérios é a sutura de Kessler modificada (ARON, 1994; RAISER, 1995 e MORAES, 2002). A sutura do tendão deve interferir o mínimo com a microcirculação, ao se danificar a vascularização tendínea, são produzidas áreas focais de isquemia, o que resulta em decréscimo na força de sustentação da sutura e um afastamento das extremidades do tendão. Esta abertura cicatriza por meio de uma formação de colágeno o que enfraquece o reparo (ARON,1996). São recomendados fios monofilamentosos como náilon e o polipropileno, evitando-se suturas com material trançado, que desliza com dificuldade entre as fibras tendíneas (TAYLOR, 1997).

Na maioria dos casos a aproximação dos cotos tendíneos rompidos torna-se impossível devido à contratura dos músculos envolvidos, nestes casos pode-se lançar mão de implantes sintéticos como os de fibra de Carbono, (VAUGHAN, 1980; NIXON, 1984). KUMAR et al. (2002) testaram comparativamente aloenxertos tendíneos com fibra de carbono na reparação cirúrgica do tendão flexor superficial em bovinos, obtendo resultados satisfatórios.

Para este fim podem ser usados os enxertos ou implantes biológicos, embora o enxerto de tendões não seja rotineiramente usado em cirurgia veterinária. Há situações em que o seu uso ou de outro tecido colagenoso denso pode ser benéfico para a reconstrução de ligamentos ou tendões. A sobrevivência de um enxerto fresco, depende da adequada nutrição, pois sem ela as células e vasos enxertados morrem e desintegram-se. Pois o enxerto está desprovido de sua circulação normal e para sobreviver incorporar-se a sua nova posição, o tendão deve utilizar um suprimento sanguíneo local (MADDEN, 1970). Prefere-se enxertos tendíneos autógenos, pois não ocorre reação antigênica e podem ser transplantados a fresco.

Em cavalos pode-se fazer a transposição tendínea embora de forma limitada , pois em grandes rupturas não há como retirar segmentos de tendão sem comprometer a funcionalidade

dos sítios doadores de membros sadios (VAUGHAN, 1980 , REINERS et al, 2002), além disso a maior desvantagem desses enxertos autólogos é a diferença mecânica entre o tendão implantado ou enxertado e o receptor (VÁMHIDY et al, 1990).

VALDÉS-VÁSQUEZ et al., (1996) utilizaram uma técnica de tenorrafia que incorpora um enxerto autólogo de tendão comparando mecânica e histologicamente com a tenorrafia simples. A sutura foi feita no tendão flexor profundo do membro anterior e o enxerto obtido no tendão extensor digital lateral de um equino, e concluíram que essa é uma opção segura pois anula o risco de rejeição.

Qualquer enxerto não autólogo deve preencher alguns requisitos como: não ser antigênico ou carcinogênico, ser facilmente incorporado pelo receptor, deve estimular as propriedades mecânicas do segmento original, e ser facilmente armazenável e de fácil implantação. A grande barreira ao implantar tendão homólogo ou heterólogo relaciona-se a antigenicidade dessas estruturas. Por ser de relativa hipocelularidade, o tendão contém colágeno maduro. Embora haja pouca dúvida que o colágeno solúvel possa ser específico para a espécie e possua caráter antigênico, a maioria dos dados prova que o colágeno maduro e insolúvel não é antigênico (VÁMHIDY et al., 1990).

CRAWFORD & INGLE (1997) trataram um equino apresentando um defeito de aproximadamente 4cm no tendão do músculo flexor digital profundo, utilizando dois segmentos de polipropileno com 8mm de largura por 10cm de comprimento. O exame ultrassonográfico, aos 83 dias de evolução, revelou que os implantes estavam envoltos por tecido fibroso. O resultado clínico foi excelente, o animal voltou a ser utilizado em corridas.

A possibilidade de transmissão de doenças em tecidos biológicos implantados é reduzida através da seleção dos doadores quanto a enfermidades virais ou bacterianas, com base no exame e histórico do doador. Mesmo assim, torna-se necessária à esterilização dessas estruturas. Diferentes métodos de esterilização podem ser usados como o óxido de etileno, exposição à irradiação, esterilização a seco ou com agentes anti-sépticos.

Estudos realizados por CORONADO et al. (1980) na esterilização de metatarsos de gatos em óxido de etileno e conservados por congelamento, ou conservados em glicerina a 98% em temperatura ambiente por até oito semanas, concluíram que o óxido de etileno e a glicerina são inadequados para esterilização do vírus da leucemia felina na cortical de enxertos ósseos.

Os agentes anti-sépticos como o iodo-povidine tem efeito rápido e amplo espectro de ação bactericida, fungicida, viricida e com contato prolongado esporicida, dependendo do contato em meio úmido por tempo superior a 15 minutos (BAINES, 1996). A glicerina parece

ser o meio mais apropriado de conservação de tecidos biológicos, por reduzir significativamente a antigenicidade, preservar a textura, e agir como meio fixador e desidratante de atuação rápida, além de agir como poderoso anti-séptico com amplo espectro de ação, ainda agindo em formas esporuladas (PIGOSSI, 1967).

SAINI et al (1998) testaram a eficácia do plasma homólogo contendo ampicilina, na conservação de segmentos de tendão flexor digital superficial de asininos. O período de conservação foi de 12 a 56 dias. E concluíram, através de observações histológicas, que os tendões conservados nesse meio se incorporaram satisfatoriamente aos tendões receptores.

Através de estudos histológicos se estabeleceu a estrutura normal dos tecidos orgânicos, sendo uma fonte inestimável de informações nesta e em outras áreas, e também permitiu o aparecimento de novas técnicas histológicas. A avaliação histológica particularmente de tendões é feita por meio de diferentes colorações, como as técnicas de Hemotoxilina-Eosina, Tricrômio de Masson e Picrosirius Red, permitindo qualificar e quantificar as alterações do processo cicatricial desta estrutura (VOLNEY e SIQUEIRA, 1981).

Em rupturas tendíneas parciais ou totais seguidas ou não de reconstrução cirúrgica, um dos aspectos de suma importância para o sucesso do procedimento, refere-se ao tipo de imobilização ou coaptação externa. Independente do tipo de tratamento, conservador ou cirúrgico, a coaptação externa é fundamental devido à impossibilidade de flexão articular, preservando a aposição dos cotos tendíneos rompidos e impedindo tensão na linha de anastomose (STASHAK, 1994).

Atualmente, os clínicos de equinos tem usado dispositivos de coaptação externa confeccionados a partir de faixas de poliéster impregnadas com resina acrílica de secagem rápida. Esse material confere uma imobilização extremamente rígida, proporciona a drenagem e tratamento de feridas devido a sua resistência à umidade, é bem tolerada desde que corretamente aplicada (HOGAN, 2000).

As indicações para a utilização desses dispositivos de imobilização externa incluem: fraturas, adjunto de fixação interna, imobilização de membro em reparações de tendões, proteção para auto-mutilação, limitar movimentos em cirurgia plástica ou reconstrutiva (HORNE, 2000; MARTINS, 2003; CAMARGO, 2003).

O tendão escolhido para mimetizar uma ruptura total, foi o tendão extensor digital longo (TEDL), o qual tem sua origem no músculo extensor digital longo, e repousa ao longo da face dorsal do III metatarseano se inserindo dorsalmente ao nível da articulação metatarsofalangeana (ASHDOWN e DONE, 1989). Devido a esta conformação anatômica, o

tendão extensor digital longo fica bastante exposto a lesões principalmente de origem traumática.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivos:

- Avaliar o modelo de ruptura do tendão do músculo extensor digital longo em pôneis.
- Comparar duas técnicas de reparação, a partir de lesões experimentalmente induzidas no tendão do músculo extensor digital longo em pôneis ou seja, utilizando segmentos tendíneos preservados em glicerina 98% ou somente implantes sintéticos como o fio de náilon monofilamentoso.
- Avaliar o método de imobilização externa.
- Observar os aspectos macroscópicos e histopatológicos do tecido cicatricial neoformado, resultante da utilização de ambos os métodos de reparo acima citados.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Coleta e conservação dos tendões**

Os tendões foram coletados de cavalos que sofreram eutanásia por fraturas ou outras patologias infecto-contagiosas que não alterassem a integridade desses tecidos. As colheitas foram realizadas logo após o óbito, de maneira asséptica.

Os tendões escolhidos para a retirada foram os extensores tanto do membro torácico como do membro pélvico. Os segmentos retirados tinham em torno de 15cm de comprimento, e 2cm de largura sendo que cada segmento colhido foi lavado com solução salina isotônica. Logo em seguida era imerso em um frasco de vidro esterilizado com capacidade de 250ml, contendo 150ml de glicerina a 98%. Cada frasco foi identificado com a data da coleta. Os frascos contendo os segmentos tendíneos foram armazenados à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, por um período de seis meses.

#### **3.2 Modelo experimental.**

Foram utilizados cinco pôneis machos e uma fêmea. O peso médio dos animais do grupo foi de 100 kg. Realizou-se a desverminação com parasiticida a base de ivermectina<sup>1</sup>, profilaxia anti-tetânica, adaptação à cocheira e consumo de ração comercial<sup>2</sup>, 10 dias antes do procedimento cirúrgico.

#### **3.3 Avaliação clínica pré-operatória.**

Todos os animais envolvidos no experimento passaram por exame físico completo, dando-se ênfase ao aparelho locomotor, e principalmente quanto à presença de claudicação ou alterações da marcha. Os membros pélvicos foram cuidadosamente avaliados quanto à presença de alterações macroscópicas como cicatrizes, e funcionais, como dor à palpação ou outras evidências de tenopatias, na região dos tendões extensores. Não sendo verificada nenhuma alteração.

---

<sup>1</sup> Ivomec® Merck Sharp & Dohme Farmacêutica e Veterinária Ltda.

<sup>2</sup> Soro Antitetânico® Bio-vet S.A.

O tendão escolhido para mimetizar uma ruptura total, foi o tendão do músculo extensor digital longo (TEDL).

Todos os animais sofreram tenectomia do referido tendão, onde foi retirado um segmento de 3cm, tanto do membro pélvico direito como do membro pélvico esquerdo.

O membro pélvico direito após a retirada de um segmento do tendão extensor digital longo, sofreu reconstituição com homoiimplante de tendão conservado em glicerina 98%, fixado ao leito receptor por meio de sutura. Já no membro contra-lateral, foi realizada ressecção de um segmento do mesmo tendão e efetuada somente aplicação de sutura de maneira a preencher o espaço resultante e orientando os cotos tendíneos proximal e distal previamente seccionados, servindo de controle (conforme posterior descrição no item 3.5).

As biópsias dos tendões em que procedeu-se os métodos de reparo foram realizadas em todos os animais após 90 dias do procedimento cirúrgico para avaliação macroscópica e histopatológica da região operada.

Para a realização do procedimento, os implantes conservados em glicerina a 98% foram mergulhados em solução salina isotônica adicionada de polivinilpirrolidona a 1%<sup>3</sup> por um período 24 h pré-implantação.

### **3.4 Procedimento pré-operatório e anestesia**

Anteriormente ao procedimento cirúrgico os animais foram submetidos a jejum sólido de 8 horas e hídrico de quatro horas, e higienizados com água e povidine degermante. A tricotomia estendeu-se desde a articulação tarsometatársica até a articulação metatarsofalangeana, sendo depilada tanto a face dorsal do metatarso quanto à face plantar do mesmo. A região da veia jugular no terço médio do pescoço também foi depilada com o objetivo de manter um acesso venoso durante e após o procedimento anestésico e cirúrgico.

O protocolo anestésico constou de medicação pré-anestésica (MPA) com o cloridrato de xilazina 10%<sup>4</sup> na dose de 0,5 mg/kg pela via intravenosa por meio de cateter de poliuretano 18G<sup>5</sup>, inserido na veia jugular.

---

<sup>3</sup> Riodine PVPI Degermante® Rioquímica- Indústria Far. Rioquímica Ltda

<sup>4</sup> Sedomim 10%® Konig do Brasil Ltda.

<sup>5</sup> Angiocath® BD.

Na indução da anestesia geral utilizou-se o éter gliceril guaiacólico<sup>6</sup> na dose 50mg ao efeito em seguida promoveu-se o decúbito por meio da administração de cetamina<sup>7</sup> na dose de 3mg/kg pela via intravenosa, logo após o decúbito procedeu-se a entubação endotraqueal com sonda número 22 conectada ao aparelho de anestesia inalatória, onde a manutenção da anestesia geral foi feita com halotano<sup>8</sup> vaporizado em oxigênio a 100% com vaporizador calibrado em circuito circular semi-fechado e respiração espontânea. Durante a intervenção foi administrado solução de Ringer lactato<sup>9</sup> em gotejamento venoso de 20ml/kg.

O paciente foi posicionado na mesa cirúrgica em decúbito lateral esquerdo em seguida foi utilizada uma bandagem de Smarch com garrote proximal acima da articulação do tarso, colocada ao redor do membro a ser operado, procedimento repetido no membro contra lateral.

No início da cirurgia foi administrado antibiótico profilático a base de ampicilina<sup>10</sup> sódica na dose de 20mg/kg pela via intravenosa.

O local proposto para a cirurgia, foi preparado para uma cirurgia asséptica mediante o protocolo álcool-iodo-álcool. Em seguida foram colocados os panos de campo esterelizados e fixados por meio de pinças de backaus ou suturas.

### **3.5 Preparo do implante conservado em glicerina 98%.**

O segmento homólogo de tendão conservado em glicerina, foi submerso em uma cuba esterelizada contendo iodopovidine<sup>11</sup> e solução salina isotônica<sup>12</sup>, na proporção de 1:50, por 24 horas antes da cirurgia. Após esse período a solução contendo iodopovidine e solução salina foi substituída somente por solução salina, trinta minutos antes da implantação do segmento tendíneo ao leito receptor.

---

<sup>6</sup> Éter Gliceril Guaiacólico Henrifarma Ltda.

<sup>7</sup> Vetanarcol® Konig do Brasil Ltda.

<sup>8</sup> Tanohalo® Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda.

<sup>9</sup> Solução Ringer Lactato de Sódio® Labomédica Ind. Farmacêutica Ltda.

<sup>10</sup> Ampicilina Veterinária® Isa laboratórios Ltda.

<sup>11</sup> Riodine PVPI Tópico® Rioquímica Indústria Farmacêutica Ltda.

<sup>12</sup> Lens Plus Solução Salina Estéril® Allergan Produtos Farmacêuticos Ltda.

### 3.6 Fase trans-operatória.

Foi realizada uma incisão de pele de aproximadamente 15cm, na face dorsal do terceiro metatarso, logo abaixo da articulação do tarso que estendeu-se até próximo a articulação metatarsofalangeana. O tecido subcutâneo foi incisado, revelando o tendão extensor longo do dedo (TEDL). Por meio de divulsão e afastamento do seu paratendão. O TEDL foi seccionado tanto proximal quanto distalmente (Figura 1.1) com bisturi e lâmina número 10 sendo retirado um segmento tendíneo de 3cm de comprimento (Figura 1.2). As extremidades seccionadas foram mobilizadas por agulhas hipodérmicas 25 x 7<sup>13</sup> inseridas em ambos os cotos tendíneos (Figura 2.1). O local da tenectomia foi preenchido com homoplante tendíneo conservado em glicerina 98%. O passo seguinte foi a fixação das extremidades seccionadas ao implante tendíneo por meio de sutura de Kessler modificada (Figura 2.2, 3.1 e 3.2).

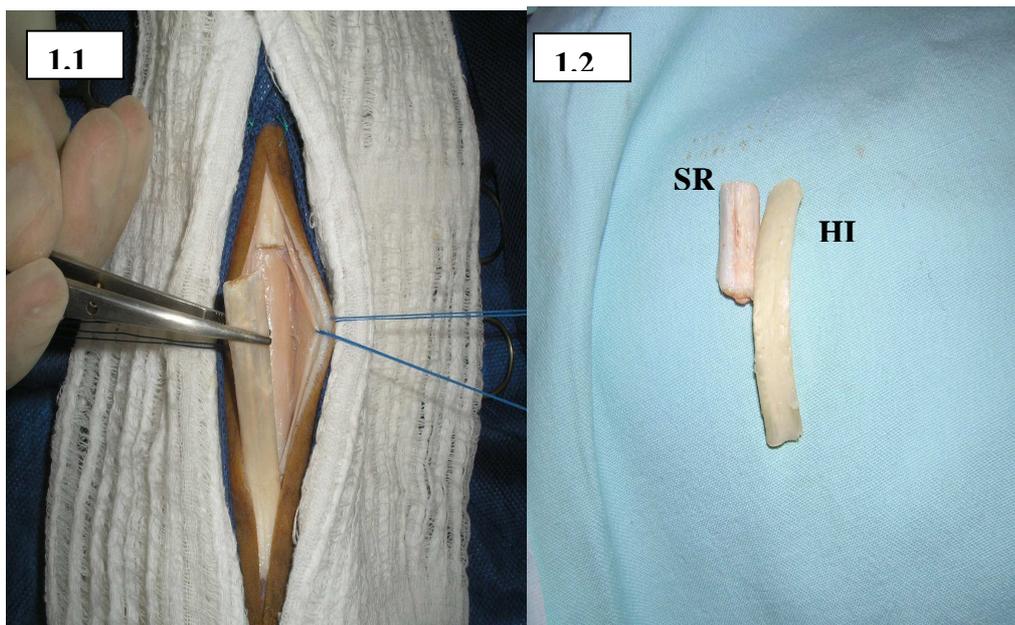


Figura 1- Preparo do leito receptor mediante a retirada de segmento do tendão do músculo extensor digital longo (1.1). Relação entre o segmento tendíneo retirado (SR) e o implante homólogo (HI) preservado em glicerina 98% (1.2).

<sup>13</sup> Plascalp® Plascalp Produtos Cirúrgicos Ltda.

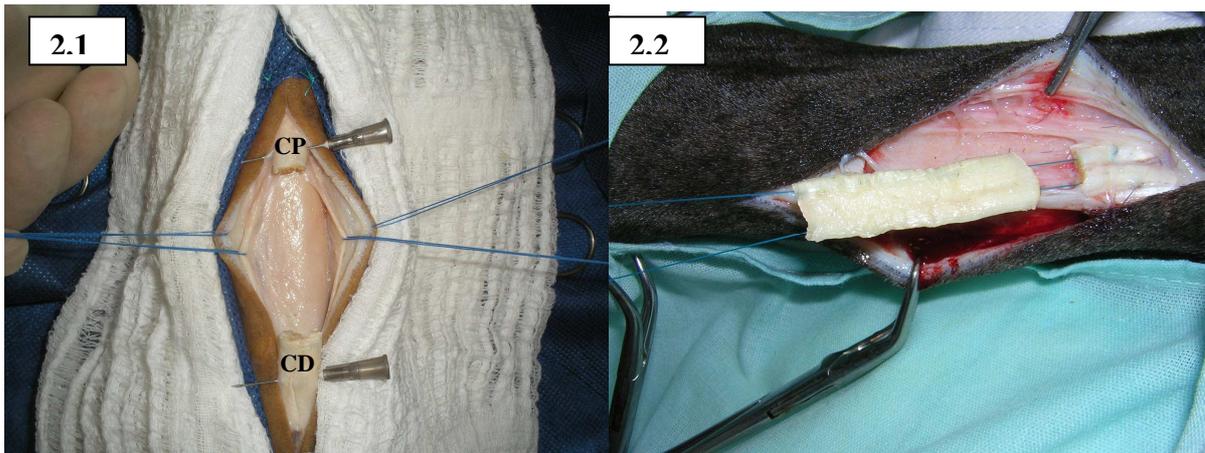


Figura 2- Leito receptor preparado para a colocação do implante preservado em glicerina 98%. Cotos tendíneos proximal (CP) e distal (CD), mobilizados por meio de agulhas hipodérmicas (2.1). Fixação proximal do homografte ao tendão receptor por meio de sutura de Kessler modificada e fio mononáilon 2.0 (2.2)

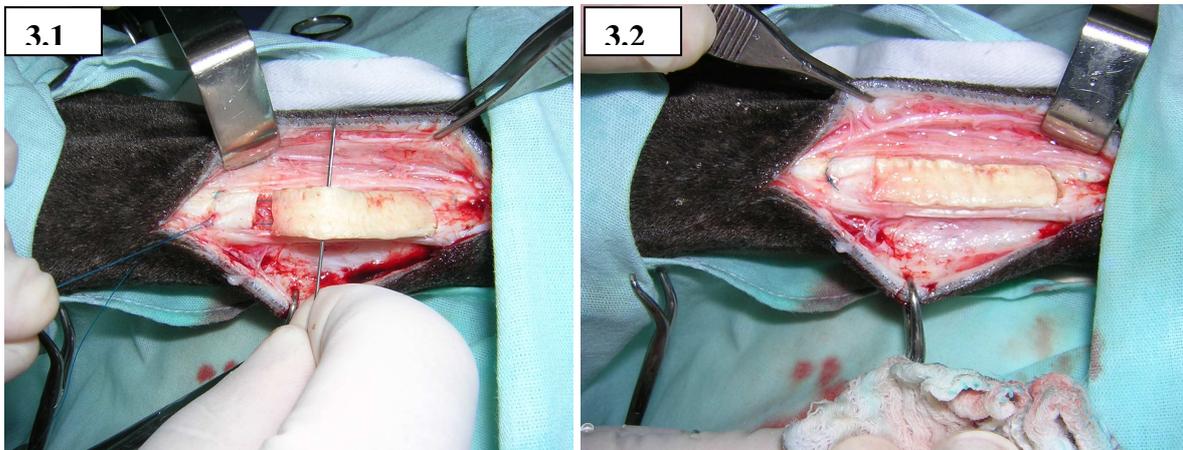


Figura 3- Fixação distal do implante tendíneo ao tendão receptor (3.1). Tendão receptor após a fixação completa do homografte (3.2).

Em todos os animais o fio utilizado na tenorrafia foi o mononáilon<sup>14</sup> 2.0 e agulha atraumática. Este procedimento foi realizado no membro pélvico direito.

No membro pélvico esquerdo foi realizado procedimento semelhante. Após o acesso anteriormente descrito, o TEDL foi seccionado e retirado um segmento de 3cm, mimetizando uma ruptura total, na qual foi somente realizada a sutura de Kessler modificada com fio mononáilon 2.0 a fim de orientar os cotos proximal e distal, sem sofrer implantação de segmento de tendão no local da ruptura (Figura 4.1).

<sup>14</sup> Mononylon® Shalon Indústria Brasileira Ltda.



Figura 4- Aspecto final da reparação do tendão extensor digital longo do membro esquerdo, onde somente foi realizada a sutura de Kessler modificada com fio mononáilon 2.0 preenchendo o local da ruptura

A síntese do paratendão foi realizada com fio Poliglactina 910<sup>15</sup> 4.0, por meio de sutura interrompida simples. O tecido subcutâneo foi aproximado com sutura de Sultan e fio Poliglactina 910<sup>16</sup> 3.0. Na dermorrafia foi utilizado o mononáilon 3.0 e pontos isolados simples.

Em seguida o garrote foi retirado e bandagens esterilizadas foram colocadas sobre a ferida cirúrgica. Feito adequado acolchoamento dos membros operados com mais de uma camada de atadura e algodão ortopédico, utilizou-se o gesso acrílico<sup>17</sup> em torno dos membros operados, desde a porção média do terceiro metatarso até a face dorsal do casco ao nível do solo, impedida desta maneira a flexão da articulação metatarsofalangeana, devido a manutenção do eixo podofalangeano em extensão.

No pós-operatório imediato utilizou-se a Fenil butazona<sup>18</sup>, na dose de 4mg/kg, durante 5 dias pela via intravenosa, como promotora de analgesia e ação antiinflamatória. Os curativos foram feitos diariamente com solução de iodopovidine 1%, e bandagens, até a retirada dos pontos de pele, no décimo dia de pós-operatório.

<sup>15</sup> Vicryl® Ecthicon.

<sup>16</sup> Vicryl® Ecthicon.

<sup>17</sup> Orthopedic Casting Tape® Woosam.

<sup>18</sup> Equipalazone® Marcolab Ltda.

### 3.7 Avaliação clínica pós-operatória.

A avaliação clínica, que iniciou no pós-operatório imediato, foi realizada diariamente e constou de aferição dos parâmetros temperatura corpórea, frequência cardíaca e respiratória, tempo de preenchimento capilar e coloração das mucosas e inspeção dos animais quanto a evidências de claudicação bem como sinais de infecção da ferida cirúrgica ou demonstrações de incômodo relacionadas ao dispositivo de imobilização externa.(tabela 2)

### 3.8 Estudo histológico.

Cada amostra, após identificação foi fixada com formol neutro, processada e corada pelo método Hemotoxilina e Eosina (H&E), com o objetivo de observar o processo de cicatrização. Para avaliar a maturação do colágeno foi utilizado como metodologia o tricrômio de Masson e o Picrosirius sob luz polarizada para diferenciação do tipo de fibra colágena.

### 3.9 Biópsias.

Foram realizadas biópsias em todos os animais aos noventa dias de pós-operatório

Para a coleta das amostras, os animais passaram por novo procedimento cirúrgico, conforme descrição anterior da técnica cirúrgica.

Em todos os animais o procedimento anestésico foi o mesmo, utilizando-se na medicação pré-anestésica o Cloridrato de Xilazina na dose de 0,5mg/kg pela via intravenosa. Na indução anestésica foi usado o Éter Gliceril Guaiacólico na dose de 50mg/kg também pela via intravenosa. Para a manutenção utilizou-se o halotano vaporizado em oxigênio a 100% e anestesia loco-regional, com o cloridrato de Lidocaína 2%<sup>19</sup>.

Após o preparo da região para cirurgia asséptica fez-se o acesso ao TEDL, mediante incisão cutânea na face dorsal do terceiro osso metatársico e divulsão do tecido subcutâneo, expondo o tendão extensor digital longo. Por meio de tenectomias parciais deste tendão, foram retirados segmentos retangulares de 4cm de comprimento e 0,5cm de largura, incluindo

---

<sup>19</sup> Xilocaína® AstraZeneca do Brasil Ltda.

porções proximal e distal ao local do implante no tendão receptor tanto do membro pélvico direito quanto do membro pélvico esquerdo o qual não sofreu implantação. As amostras foram identificadas e colocadas em recipientes contendo 200ml de Formol tamponado na concentração a 10%.

No local da tenectomia parcial não foi utilizado sutura, somente a aproximação do paratendão. Apesar das dimensões das amostras retiradas não foi observada alteração significativa na resistência do tendão, mediante a flexão articular.

O fechamento foi feito mediante a aproximação do paratendão e tecido subcutâneo com fio de Poliglactina 910 3.0 e sutura de Sultan, a aproximação da pele foi realizada por meio de sutura interrompida simples e fio mononáilon 3.0<sup>20</sup>.

Colocou-se bandagens compressivas e talas de acrílico nos membros operados, com o objetivo de impedir a flexão articular por um período de 7 dias. Os pontos de pele foram retirados aos 10 dias de pós-operatório

---

<sup>20</sup> Mononylon® Shalon Indústria Brasileira.