

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

*MODIFICAÇÃO NO MÉTODO DE FIXAÇÃO DA TÉCNICA
DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL PARA
ESTABILIZAÇÃO ARTICULAR APÓS A DESMOTOMIA
DO CRUZADO CRANIAL. ESTUDO EXPERIMENTAL EM
CADÁVERES DE CÃES*

BRUNO TESTONI LINS

BOTUCATU – SP

Maio de 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

BRUNO TESTONI LINS

MODIFICAÇÃO NO MÉTODO DE FIXAÇÃO DA TÉCNICA DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL PARA ESTABILIZAÇÃO ARTICULAR APÓS A DESMOTOMIA DO CRUZADO CRANIAL. ESTUDO EXPERIMENTAL EM CADÁVERES DE CÃES

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, Área de Cirurgia Veterinária.

Orientadora: ***Prof^a. Doutora Sheila Canevese Rahal***

Co-orientador: ***Prof. Dr. Mário Jefferson Quirino Louzada (Professor Assistente – Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Faculdade de Odontologia – Unesp Araçatuba)***

BOTUCATU – SP

2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Lins, Bruno Testoni.

Modificação no método de fixação da técnica de avanço da tuberculose tibial para estabilização articular após a desmotomia do cruzado cranial.

Estudo experimental em cadáveres de cães / Bruno Testoni Lins. – 2006.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2006.

Orientador: Sheila Canevese Rahal

Co-orientador: Mário Jefferson Quirino Louzada

Assunto CAPES: 50501020

1. Cão - Cirurgia 2. Cirurgia veterinária

CDD 636.708973

Palavras-chave: Avanço da tuberosidade tibial; Estabilização articular;
Ligamento cruzado cranial

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: **Lins, Bruno Testoni**

Título: MODIFICAÇÃO NO MÉTODO DE FIXAÇÃO DA TÉCNICA DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL PARA ESTABILIZAÇÃO ARTICULAR APÓS DESMOTOMIA DO CRUZADO CRANIAL ESTUDO EXPERIMENTAL EM CADÁVERES DE CÃES

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia do Câmpus de Botucatu – UNESP, para obtenção de título de Mestre em Medicina Veterinária - Área de Concentração em Cirurgia Veterinária.

Data: 19/05/2006

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Luis Selmi
Universidade Anhembi-Morumbi

Conceito: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Reinaldo dos Santos Volpi
FM Unesp Botucatu

Conceito: Aprovado

Assinatura: _____

Profª. Dra. Sheila Canevese Rahal
FMVZ Unesp Botucatu

Conceito: Aprovado

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, pelo apoio e dedicação ao longo de toda a vida.

À Lívia, pelo amor e companheirismo.

À minha irmã Anne, pela profunda amizade.

À toda minha família, pelo carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

- À Profa. Dra. Sheila Canevese Rahal, pela orientação, compreensão, e principalmente pela confiança depositada. Meu muito obrigado e eterno respeito.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio e fomento ao presente projeto.
- Ao amigo e Professor André Luis Selmi, pelo encaminhamento à cirurgia veterinária.
- Ao Professor Reinaldo dos Santos Volpi, da Faculdade de Medicina, UNESP Botucatu, pelo auxílio e colaboração.
- Aos amigos Guilherme e Yuri, pelo incentivo e companheirismo.
- Aos amigos Rodrigo, Haroldo, Laninho e Beto, simplesmente pela amizade.
- À Profa. Márcia Rita Fernandes Machado, do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV – UNESP Jaboticabal, pela colaboração e presteza.
- Ao professor Antonio Carlos Faria dos Reis, do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da UEL, pela gentileza de sempre.
- À Profa. Nilva Mascarenhas pelo apoio e incentivo constante.
- Ao professor José Carlos Dalmas, do Departamento de Matemática Pura e Aplicada da Universidade Estadual de Londrina, pela colaboração.
- Ao Prof. Antônio César de Oliveira Dearo, pela revisão do manuscrito.
- Ao Marcelo e David, da Tuktur ortopédicos Ltda. pelo desenvolvimento dos implantes.
- Aos funcionários da seção de Pós-graduação e do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, Botucatu, pela ajuda nos mais diversos momentos.
- Aos professores e funcionários do Departamento de Clínicas Veterinárias e Hospital Veterinário da Universidade Estadual de Londrina, pelo apoio durante a realização do projeto.
- Aos residentes e alunos da Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade de aprendizado em conjunto.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 OBJETIVOS.....	04
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	06
3.1 ANATOMIA E FUNÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL (LCCR).....	07
3.2 RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL.....	07
3.3 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DA RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL.....	10
3.4 MÉTODOS DE TRATAMENTO DA RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL.....	12
3.5 TÉCNICA DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL (TTA).....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 ANIMAIS E GRUPOS EXPERIMENTAIS.....	24
4.2 MOMENTOS EXPERIMENTAIS DO GRUPO 1.....	24
4.2.1 IMPLANTAÇÃO DE MARCADORES (MOMENTO 1).....	25
4.2.2 DESMOTOMIA DO LCCR (MOMENTO 2).....	25
4.2.3 DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA DE AVANÇO DA TUBEROSIDADE TIBIAL E TÉCNICA DE TTA MODIFICADA (MOMENTO 3).....	27
4.2.4 DESMOTOMIA DO CRUZADO CAUDAL (MOMENTO 4).....	34
4.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO.....	34
4.3.1 AVALIAÇÃO ORTOPÉDICA.....	34
4.3.2 AVALIAÇÃO GONIOMÉTRICA.....	34
4.3.3 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA.....	35

4.3.1.1 GRUPO 1.....	35
4.3.1.2 GRUPO 2.....	36
4.3.4 AVALIAÇÃO MECÂNICA DE RESISTÊNCIA DOS IMPLANTES.....	38
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
5 RESULTADOS.....	42
5.1 AVALIAÇÕES ORTOPÉDICAS E GONIOMÉTRICAS DOS MEMBROS DO GRUPO 1 (OPERADO).....	43
5.2 AVALIAÇÕES RADIOGRÁFICAS.....	45
5.3 RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS ESPÉCIMES.....	52
6 DISCUSSÃO.....	64
6.1 DESMOTOMIA DO LCCR (MOMENTO 2).....	65
6.2 DETERMINAÇÃO DOS ÂNGULOS DO PLATÔ TIBIAL E TENDÃO PATELAR.....	67
6.3 PROCEDIMENTOS NA TÉCNICA DE TTA MODIFICADA.....	69
6.4 AVALIAÇÕES ORTOPÉDICAS, GONIOMÉTRICAS E RADIOGRÁFICAS DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO APÓS A TÉCNICA DE TTA MODIFICADA.....	72
6.5 ESTUDO BIOMECÂNICO E COMPLICAÇÕES DA TÉCNICA DE TTA MODIFICADA....	75
6.6 DESMOTOMIA DO LIGAMENTO CRUZADO CAUDAL (MOMENTO 4).....	77
7 CONCLUSÕES.....	79
8 REFERÊNCIAS.....	81
ANEXO.....	92
APÊNDICES.....	94

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – (a) Incisões cutâneas na região do epicôndilo medial do fêmur (seta azul) e na porção medial do terço proximal da tíbia (seta vermelha) para colocação de marcadores. (b) Aspecto radiográfico em posição craniocaudal após implantação de marcadores radiopacos nos pontos de origem (seta azul) e inserção (seta vermelha) do ligamento colateral medial do joelho. (c) Artrotomia medial e exposição do LCCr (seta). (d) Desmotomia do LCCr (seta)..... 26
- Figura 2 – Determinação da distância de avanço da tuberosidade tibial por meio de radiografia do membro pélvico, na incidência mediolateral, com o joelho em extensão de 140°. (a) Tendão patelar representado por linha (vermelha) de união do ápice da patela à extremidade proximal da tuberosidade tibial e platô tibial determinado como uma linha (azul) tangencial às inserções tibiais dos ligamentos cruzados cranial e caudal. Grau de inclinação do tendão patelar estabelecido pelo ângulo de confluência entre as duas linhas; (b) Folha de acetato contendo linhas perpendiculares, em escala pré-determinada, para aferição da largura do espaçador de titânio necessário para o avanço da tuberosidade tibial; (c) Sobreposição da folha de acetato para determinação da distância de avanço da tuberosidade tibial; (d) Espaçador empregado no avanço da tuberosidade tibial, com suas respectivas dimensões..... 30
- Figura 3 – Seqüência cirúrgica da técnica de TTA modificada. (a) Exposição do terço proximal da tíbia por acesso medial, com destaque para porção caudal do músculo sartório e tendões dos músculos grácil (seta estreita) e semitendinoso (seta larga); (b) Individualização da tuberosidade tibial após elevação muscular, com preservação da artéria, veia e nervo safeno (seta larga) e visibilização do ponto de inserção do ligamento colateral medial (seta estreita); (c) Osteotomia longitudinal da tuberosidade tibial desde a junção da tuberosidade com a diáfise tibial até a borda cranial dos meniscos; (d) Inserção temporária de osteótomo para translação da tuberosidade tibial e estabilização com auxílio de pinça de redução óssea..... 31
- Figura 4 – Seqüência cirúrgica da técnica de TTA modificada. (a) Mensuração da distância mediolateral da tuberosidade tibial imediatamente distal ao osteótomo, com o auxílio de medidor de cortical; (b) Perfuração do orifício cranial para fixação do espaçador na tuberosidade tibial; (c) Espaçador de titânio fixado com dois parafusos; (d) Perfuração da tuberosidade tibial para fixação do parafuso cortical em direção craniocaudal..... 32
- Figura 5 – Seqüência cirúrgica da técnica de TTA modificada. (a) Mensuração da distância craniocaudal, da tuberosidade tibial, imediatamente distal ao osteótomo, à cortical caudal da região proximal da tíbia, com o auxílio de medidor de cortical. (b) Tuberosidade tibial estabilizada com parafuso cortical (seta) posicionado abaixo do espaçador; (c) Secção parcial do tendão do músculo semitendinoso (seta) para possibilitar a cobertura do espaçador e defeito ósseo; (d) Fásia crural aproximada com pontos interrompidos simples..... 33

Figura 6 – (a) Aspecto radiográfico na incidência mediolateral da articulação do joelho em posição neutra. (b) Aspecto radiográfico na incidência mediolateral da articulação do joelho em posição de estresse. (c) Ângulo de inclinação do platô tibial. (d) Quantificação da mensuração do deslocamento tibial.....	37
Figura 7 – (a) Máquina de ensaio universal EMIC DL3000. (b) Posicionamento do espécime na máquina de ensaio universal, com fixação da tíbia em uma das extremidades, por meio de pino de Steinmann preso a uma placa (seta azul), e a patela em outra extremidade, com o auxílio de dispositivo em garra (seta vermelha).....	40
Figura 8 – Avaliação radiográfica do membro pélvico (nº 3) do grupo 1 (operado). (a) Incidência mediolateral para determinação pré-operatória do ângulo de inclinação do tendão patelar; (b) Incidência caudocranial com marcadores radiopacos; (c) Incidência mediolateral para determinação pós-operatória do ângulo de inclinação do tendão patelar (avanço de 6mm); (d) Incidência caudocranial após o emprego da técnica de TTA modificada.....	48
Figura 9 – Imagem radiográfica demonstrando o deslocamento tibial em relação aos côndilos femorais nos diversos momentos. (a) Momento 1 (implantação de marcadores); (b) Momento 2 (desmotomia do cruzado cranial); (c) Momento 3 (Técnica de TTA modificada); (d) Momento 4 (desmotomia do cruzado caudal).....	50
Figura 10 – Esquema demonstrando as forças atuantes na articulação do joelho antes e após o avanço da tuberosidade tibial. (a) Ângulo de inclinação do tendão patelar em relação ao platô tibial; (b) Vetor resultante da inclinação do tendão patelar em um ângulo de 105°; (c) Ângulo de inclinação do tendão patelar em relação ao platô tibial após avanço da tuberosidade tibial; (d) Vetor resultante após o emprego da técnica de TTA modificada.....	51
Figura 11 – Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 1 (operado) e grupo 2 (controle).....	53
Figura 12 – (a) Fratura da diáfise tibial (seta) como mecanismo de falência no espécime número 2. b) Imagem radiográfica do mesmo espécime após o emprego da técnica de TTA modificada, evidenciando osteotomia com posicionamento caudal (seta) em relação ao ideal. (c) Espécime número 5, demonstrando como mecanismo de falência a avulsão da tuberosidade tibial em sua porção proximal (seta). (d) Parafuso estabilizador do espaçador na porção caudal com deformação plástica após emprego de carga máxima.....	54
Figura 13 - Representação gráfica da análise estatística da carga máxima (em Newtons) suportada pelos espécimes do grupo 1 (operado) e 2 (controle).....	56
Figura 14 - Representação gráfica da análise estatística da carga máxima suportada pelos espécimes do grupo 1 (operado) e pico de força vertical estimado do membro pélvico.....	59

Figura 15 - Representação gráfica da análise estatística da resiliência dos espécimes do grupo 1 (operado) e 2 (controle).....	61
Figura 16 - Representação gráfica da análise estatística da rigidez dos espécimes do grupo 1 (operado) e 2 (controle).....	63
Figura 17 - Atestado de aprovação do projeto de pesquisa “Modificação da técnica de avanço da tuberosidade tibial no tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães” pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.	94
Figura 18 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 1 (operado). (a) Espécime 1; (b) Espécime 2; (c) Espécime 3; (d) Espécime 4; (e) Espécime 5; (f) Espécime 6.....	95
Figura 19 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 1 (operado). (a) Espécime 7; (b) Espécime 8; (c) Espécime 9; (d) Espécime 10.....	96
Figura 20 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 2 (controle). (a) Espécime 1; (b) Espécime 2; (c) Espécime 3; (d) Espécime 4; (e) Espécime 5; (f) Espécime 6.....	97
Figura 21 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 2 (controle). (a) Espécime 7; (b) Espécime 8; (c) Espécime 9; (d) Espécime 10.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores (em graus) da máxima flexão e extensão da articulação do joelho dos membros do grupo 1 (operado) após implantação de marcadores (M1), desmotomia do cruzado cranial (M2), técnica de TTA modificada (M3) e desmotomia do cruzado caudal (M4).....	44
Tabela 2 - Valores (em graus) dos ângulos do platô tibial e do grau de inclinação do tendão patelar dos membros do grupo 1 (operado) no momento 1 e dos membros do grupo 2 (controle).....	45
Tabela 3 - Valores (em graus) dos ângulos de inclinação do tendão patelar dos membros do grupo 1 (operado) antes (momento 1) e após a desmotomia (momento 2) do cruzado cranial.....	46
Tabela 4 - Valores (em graus) do ângulo de inclinação do tendão patelar após a desmotomia do cruzado cranial (M2) e, em seguida, ao emprego da técnica de TTA modificada (M3), com o respectivo tamanho do espaçador inserido.....	47
Tabela 5 - Valores (mm) do deslocamento tibial cranial após desmotomia do cruzado cranial (M2) e técnica de TTA modificada (M3), e do deslocamento tibial caudal após desmotomia do cruzado caudal (M4).....	49
Tabela 6 - Valores de carga máxima (N) suportada pelos espécimes do grupo 1 (operado) e grupo 2 (controle).....	55
Tabela 7 – Peso corpóreo dos cães após a eutanásia (kg).....	57
Tabela 8 - Valores de carga máxima (N) suportada pelos espécimes do grupo 1 (operado) e valor correspondente a 110% do pico de força vertical estimado (PFVE).....	58
Tabela 9 - Valores de resiliência ($\times 10^{-3}$ J) dos espécimes do grupo 1 (operado) e grupo 2 (controle).....	60
Tabela 10 - Valores de rigidez ($\times 10^3$ N/m) dos espécimes do grupo 1 (operado) e grupo 2 (controle).....	62

Lins, B.T. **Modificação no método de fixação da técnica de avanço da tuberosidade tibial para estabilização articular após desmotomia do cruzado cranial. Estudo experimental em cadáveres de cães.** Botucatu, 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Avaliou-se, por meio de estudos *ex vivo*, uma modificação no método de fixação da técnica de avanço da tuberosidade tibial (TTA), com utilização de um espaçador de titânio inserido no local de osteotomia e um parafuso cortical de aço, posicionado em direção craniocaudal, para estabilização da ruptura do ligamento cruzado cranial (LCCr). Foram utilizados 10 cadáveres de cães sem raça definida, com idade entre 1,8 e 4,2 anos e peso entre 20 e 30 kg. Os cães foram submetidos à eutanásia por razões humanitárias e os membros divididos por sorteio em: grupo 1 – operado (n=10); grupo 2 – controle (n=10), representado pelo membro contralateral. Marcadores radiopacos foram inseridos nos pontos de origem e inserção do ligamento colateral medial do joelho e os membros operados submetidos a avaliações ortopédicas, goniométricas e radiográficas. As avaliações foram realizadas seqüencialmente com o LCCr intacto, e após a desmotomia do cruzado cranial, estabilização cirúrgica do joelho pela técnica de TTA modificada e desmotomia do cruzado caudal. Posteriormente determinou-se, em ambos os grupos, a carga máxima para destruição mecânica das articulações do joelho, além da resistência dos implantes utilizados na estabilização da tuberosidade tibial no grupo 1. O reposicionamento do tendão patelar, em ângulo de aproximadamente 90° em relação ao platô tibial, permitiu a neutralização da força de cisalhamento tibial cranial, apesar da manutenção do movimento de gaveta cranial. A fixação da osteotomia da tuberosidade tibial com parafuso cortical e espaçador resultou em resistência compatível às forças normalmente impostas ao membro pélvico de cães durante a locomoção. Os testes biomecânicos confirmaram a viabilidade do método empregado para fixação da tuberosidade tibial e suportam a realização de estudos clínicos para validação da técnica.

Palavras-chave: Avanço da tuberosidade tibial; Estabilização articular; Ligamento cruzado cranial.

Lins, B.T. **Modified stabilization method of the tibial tuberosity advancement technique for joint stabilization after cranial cruciate desmotomy. Experimental study in cadavers of dogs.** Botucatu, 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate *ex vivo*, a modification of the stabilization method of the tibial tuberosity advancement (TTA), using a titanium spacing cage inserted at the osteotomy site and one stainless steel shaft screw placed in craniocaudal direction for the treatment of cranial cruciate ligament rupture. Ten mongrel dogs from 1.8 to 4.2 years (mean = 3 years) and weighting 20 to 30kg (mean = 27.8kg) were used. The dogs were euthanatized for humanitarian reasons and the hind limbs were divided into two groups: G1 – operated (n=10) and G2 - control (n=10), represented by the opposite limb. Radiopaque markers were inserted at the points of origin and insertion of the medial collateral ligament of the stifle and the operated hind limbs were orthopedically, goniometrically and radiographically evaluated. Evaluation was performed sequentially with the cranial cruciate ligament intact, and after cranial cruciate desmotomy, surgical stabilization of the stifle joint using the modified TTA and caudal cruciate ligament desmotomy. Afterwards, in both groups the maximal load to failure of the stifle joints and the mechanical resistance of implants used in stabilization of tibial tuberosity in G1 were determined. Repositioning of the patellar tendon 90° in relation to the tibial plateau provided neutralization of the cranial tibial thrust force, despite cranial drawer motion maintenance in all dogs. Fixation of the tibial tuberosity with a shaft screw and titanium cage resulted in resistance compatible with the normal physiologic forces applied to the pelvic limbs during locomotion. The biomechanical tests confirmed the viability of the method performed for tibial tuberosity fixation and support future clinical trials to validate the technique.

Key words: Cranial cruciate ligament; Joint stabilization; Tibial tuberosity advancement.

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A instabilidade e a doença articular degenerativa decorrentes da ruptura do ligamento cruzado cranial (LCCr) são reconhecidas como causas freqüentes de dor e claudicação do membro pélvico em cães (VASSEUR, 2003). A existência de dezenas de procedimentos cirúrgicos para estabilização articular reflete a complexidade biomecânica e fisiopatológica envolvida na afecção (INNES e BARR, 1998;). Estudos retrospectivos relataram média de 90% de sucesso clínico com as técnicas “over-the-top” e sutura fabelo-tibial (ELKINS, 1991). Entretanto, essas consistentemente mostraram-se ineficazes quanto à limitação da progressão das lesões degenerativas (WARZEE et al., 2001).

O desenvolvimento de procedimentos baseados na alteração da anatomia e biomecânica articular constitui nova perspectiva para minimizar a progressão da doença articular degenerativa e restabelecer a função normal do membro afetado de forma precoce (SLOCUM e SLOCUM, 1993; MONTAVON et al., 2002). Técnicas de osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) com estabilização por meio de placas e parafusos (SLOCUM e SLOCUM, 1993) ou somente parafusos (DAMUR et al., 2003) têm sido amplamente divulgadas e utilizadas, especialmente nos Estados Unidos e Europa, com resultados promissores (LAMPMAN et al., 2003; PRIDDY et al., 2003). Apesar de não eliminar o movimento de gaveta cranial, a técnica de TPLO proporciona estabilidade funcional da articulação do joelho na fase de sustentação durante a locomoção (REIF et al., 2002). A subluxação cranial é eliminada pela conversão do cisalhamento tibial cranial em uma força de direcionamento caudal (REIF et al., 2002). Essa última é contraposta pelo ligamento cruzado caudal intacto (WARZEE et al., 2001).

Cães submetidos à técnica desenvolvida por Slocum apresentaram recuperação mais rápida e menor grau de alterações degenerativas quando comparados aos tratados pelas técnicas “over-the-top” e sutura fabelo-tibial (TAYLOR, 2005¹). Contudo, estudos utilizando plataforma de força mostraram similaridade da recuperação funcional após 6 meses do emprego das técnicas de sutura fabelo-tibial e TPLO de Slocum (CONZEMIUS et al., 2005).

Recentemente foi divulgado outro procedimento, o avanço cranial da tuberosidade tibial (TTA), que segundo os autores propiciaria menores alterações aos componentes intra e periarticulares e, conseqüentemente, resultados clínicos superiores aos até hoje descritos (MONTAVON et al., 2002; TEPIC e MONTAVON, 2004). A técnica é baseada na compreensão da ação das forças internas e externas atuantes na articulação do joelho (GUERRERO, 2003). A resultante dessas forças é um vetor aproximadamente paralelo ao tendão patelar e inclinado cranialmente em relação ao platô tibial (MONTAVON et al., 2002). O princípio biomecânico do método consiste em anular a força de cisalhamento tibial cranial ao posicionar o tendão patelar perpendicular ao platô tibial (TEPIC et al., 2002). Desse modo, ocorre transformação do cisalhamento tibial em força compressiva nas superfícies articulares (MONTAVON et al., 2002). Vale ressaltar que para o emprego da TPLO de Slocum (PALMER, 2005) e da TTA (MONTAVON et al., 2002) faz-se necessário o treinamento em centros especializados e a aquisição de instrumentais específicos (PALMER, 2005).

Como a minimização de custos é fator relevante em nosso meio, o presente trabalho avaliou uma modificação da técnica de TTA, com ênfase ao desenvolvimento de implantes de fácil confecção e aplicação.

¹ TAYLOR, R.A. New concepts in treatment of cranial cruciate disease in dogs. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ORTOPEDIA E FISIOTERAPIA VETERINÁRIA, 1., 2005, São Paulo.(Comunicação pessoal).

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivos avaliar, por meio de estudos em cadáveres de cães:

- 1 uma modificação do método de fixação da técnica de TTA, originalmente desenvolvida por Montavon et al. (2002) para o tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial, utilizando implantes com custo menos elevado e de fácil confecção e aplicação;
- 2 os efeitos da técnica de TTA modificada na biomecânica da articulação do joelho;
- 3 a resistência mecânica dos implantes empregados *ex vivo*, de forma a determinar a exequibilidade de futuro estudo clínico.

REVISÃO DA LITERATURA

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Anatomia e função do ligamento cruzado cranial

O LCCr origina-se no aspecto caudomedial do côndilo lateral do fêmur e insere-se no aspecto cranial do platô tibial (PAYNE e CONSTANTINESCU, 1993). Apesar da sua localização intra-articular, o posicionamento é extra-sinovial (VASSEUR, 2003). Estruturalmente o ligamento compõe-se de duas porções distintas, uma banda craniomedial e uma porção caudolateral (PAYNE e CONSTANTINESCU, 1993; MOORE e READ, 1996), que atuam individualmente ou em sinergismo, dependendo do grau de flexão e extensão articular (VASSEUR, 2003). Como estrutura de maior importância na estabilidade do joelho, o LCCr tem função de restringir o deslocamento tibial cranial, além de controlar a rotação interna da tibia durante a flexão e contrapor a hiperextensão articular (MOORE e READ, 1996; INNES e BARR, 1998).

3.2 Ruptura do ligamento cruzado cranial

Em 1952, Paatsama relatou em seu tratado sobre lesões ligamentares em joelhos de cães, as manifestações clínicas e o tratamento cirúrgico da ruptura do LCCr (MOORE e READ, 1996). Desde então, considera-se essa afecção como de alto impacto econômico (VASSEUR, 2003). O diagnóstico e tratamento da ruptura do LCCr têm recebido mais atenção na literatura veterinária do que qualquer outro problema músculo-esquelético, com a possível exceção da displasia coxo-femoral (DUVAL et al., 1999). A compreensão da patofisiologia é o ponto inicial para a definição do tratamento a ser empregado (MOORE e READ, 1996).

Tradicionalmente a ruptura do LCCr é descrita como doença de caráter bilateral, que acomete principalmente cães de grande porte (DUVAL et al., 1999). Apesar de alguns animais apresentarem lesão de origem traumática, grande número de casos pode estar associado a processos degenerativos ou imunomediados (VASSEUR, 2003; VEZZONI, 2004a). Macrófagos e células dentríticas produtoras de enzimas colagenolíticas podem desencadear artrite inflamatória e ruptura progressiva das fibras ligamentares (MUIR et al., 2005). Na avaliação histológica do joelho de cães portadores naturais da lesão foram observadas alterações dos constituintes celulares e da matriz intersticial do LCCr, incluindo metaplasia condróide, densidade diminuída de fibroblastos e perda da estrutura das fibras de colágeno na matriz extracelular (HAYASHI et al., 2004).

Alguns autores detectaram a mesma incidência de ruptura do LCCr entre machos e fêmeas (DUVAL et al., 1999), mas há relatos de maior prevalência em cadelas (VASSEUR, 2003). Em animais castrados ocorrem alterações do metabolismo do colágeno, o que aumenta os riscos de lesões ligamentares (VASSEUR, 2003). O excesso de peso, particularmente em cães com condição muscular deficiente, constitui fator predisponente para a ruptura de causa não traumática (LAMPMAN et al., 2003). Adicionalmente, foi verificado maior acometimento em algumas raças de grande porte, como Rottweiler e Retriever do Labrador (PALMER, 2005).

O principal mecanismo envolvido na fisiopatologia da doença parece ter relação com a conformação anatômica do joelho canino (DEJARDIN, 2003; MODENATO et al., 2005). Em contraste ao homem, o platô tibial no cão é acentuadamente inclinado e, desta forma, há maior estresse no LCCr (SLOCUM e DEVINE, 1983). Sob condições normais de atividade, a adaptação à sobrecarga e as micro-injúrias cumulativas resultam em estiramento gradual e ruptura parcial ou completa das fibras ligamentares (HAYASHI et al., 2004; INNES, 2006), com conseqüente perda da capacidade de estabilização articular no movimento de translação craniocaudal (VASSEUR, 2003).

Henderson e Milton (1978) instituíram o conceito de inclinação do platô tibial na biomecânica da articulação do joelho de cães.

Posteriormente, Slocum e Devine (1983) descreveram a ação da força de cisalhamento tibial cranial como de importância primária nessa articulação. Os músculos bíceps femoral e semitendinoso têm origem no fêmur e inserção no calcâneo e, por isso, impõem um movimento conjugado da articulação do joelho com o tarso (SLOCUM e SLOCUM, 2000). Quando em apoio, essas articulações se mantêm estendidas pela ação do grupo muscular quadríceps e tendão calcanear comum, sendo a carga transmitida ao longo da cartilagem articular dos côndilos femorais e platô tibial (SLOCUM e DEVINE, 1984; REIF et al., 2002). Se o platô estiver perpendicular ao eixo longo da tíbia, as forças são balanceadas pelos músculos flexores e transmitidas diretamente ao solo, como ocorre no homem (VEZZONI, 2004a). Entretanto, no cão, o ângulo de inclinação do platô tibial em relação ao eixo funcional da tíbia varia entre 15° e 30°, e a carga gerada entre o côndilo femoral e o platô tibial durante o apoio de peso é dividida em dois componentes perpendiculares (MORRIS e LIPOWITZ, 2001; VEZZONI, 2004a). O primeiro vetor é paralelo ao eixo tibial e o segundo, denominado de força de cisalhamento tibial cranial, é direcionado cranialmente (SLOCUM e DEVINE, 1983; REIF et al., 2002). Conforme aumenta a inclinação do platô, essa força tende ao infinito (SLOCUM e SLOCUM, 2000). O cisalhamento tibial cranial é contraposto passivamente pelo LCCr e ativamente pelos músculos da face caudal do membro, em especial o músculo bíceps femoral e músculos flexores (VEZZONI, 2004b). Quando os músculos flexores se tornam fracos ou ocorre contração muscular assíncrona, o LCCr torna-se insuficiente para conter a translação cranial da tíbia e rompe (SLOCUM e SLOCUM, 1998; VEZZONI, 2004a).

Segundo Vezzoni (2004a), em cães predispostos à ruptura do LCCr há maior ângulo de extensão da articulação do joelho quando em posição quadrupedal. O ângulo aberto dessas articulações aumenta o efeito de um platô tibial inclinado (SLOCUM e SLOCUM, 2000) e promove redução da força de tração exercida pelos músculos flexores na face caudal da coxa (VEZZONI, 2004b). O desequilíbrio biomecânico pode levar à lesão espontânea do LCCr, particularmente quando associado à grande atividade física ou excesso de peso (DUVAL et al., 1999). Desta forma, um tónus

muscular efetivo é essencial para a neutralização das forças atuantes no joelho, especialmente quando a conformação leva a extensão dos membros pélvicos (SLOCUM e SLOCUM, 1998).

3.3 Métodos de diagnóstico da ruptura do ligamento cruzado cranial

Há basicamente dois testes clínicos para a detecção da ruptura do LCCr: gaveta cranial e compressão tibial (MOORE e READ, 1996). O teste de gaveta cranial consiste de manipulação passiva do joelho (PALMER, 2005). O dedo indicador e o polegar de uma mão são posicionados respectivamente na patela e fabela, e o dedo indicador e o polegar da outra mão são posicionados respectivamente na tuberosidade tibial e cabeça da fíbula (VASSEUR, 2003). É então imposta uma força na tentativa de deslocar a tibia cranialmente em relação ao fêmur, que é mantido em posição fixa (SLOCUM e SLOCUM, 1998). Como a porção craniomedial do LCCr se mantém tensa durante toda a amplitude de movimento e a faixa caudolateral torna-se frouxa à flexão articular, é necessária a realização do teste em extensão e flexão, para diagnóstico mais preciso de rupturas parciais (MOORE e READ, 1996). Qualquer translação cranial da tibia é considerada um sinal de gaveta positivo, e este é patognomônico para a ruptura do LCCr (SLOCUM e SLOCUM, 1998). Ressalta-se que a ruptura apenas da banda caudolateral resulta em teste de gaveta cranial negativo, tanto na flexão quanto na extensão (SCAVELLI et al., 1990; KORWICK et al., 1994; INNES e BARR, 1998). Eventualmente pode ser necessária a tranquilização ou mesmo a anestesia do paciente devido à contração muscular e dor, especialmente em animais de grande porte (SLOCUM e SLOCUM, 1998).

O teste de compressão tibial trata-se da flexão do tarso com o joelho em uma posição fixa, sendo considerado positivo quando ocorre translação cranial da tibia (SLOCUM e DEVINE, 1983; VEZONI, 2004a). Durante a sua realização, ocorre contração da musculatura do gastrocnêmio e geração de força de cisalhamento tibial cranial que mimetiza a sobrecarga

de peso transmitida à articulação femorotibial (SLOCUM e DEVINE, 1983). A formação de fibrose periarticular e contração muscular, particularmente em cães de raças maiores contribuem para o resultado falso negativo desses testes (VASSEUR, 2003). Desta forma, os mesmos não constituem forma completamente eficaz de avaliação da ruptura e estabilização cirúrgica do LCCr (de ROOSTER et al., 1998).

Tradicionalmente é realizada avaliação radiográfica simples da articulação afetada para se descartar outras alterações ósseas e determinar o grau de intensidade da doença articular (VASSEUR, 2003). Derrame articular, visibilizado como perda da definição do coxim adiposo infrapatelar é o sinal inicial mais evidente (MOORE e READ, 1996). Em casos mais crônicos podem ser observados osteófitos periarticulares, inicialmente no pólo distal da patela e progressivamente na tróclea femoral, fabela, côndilos femorais e tibiais, além da cabeça da fíbula e região intercondilar do fêmur e tibia (VASSEUR, 2003).

A avaliação radiográfica da articulação do joelho sob estresse é um método auxiliar de diagnóstico (de ROOSTER e van BREE, 1999a). No momento da tomada radiográfica realiza-se a manobra de compressão tibial e, se o LCCr estiver rompido, visibiliza-se o deslocamento cranial da tibia em relação ao fêmur (de ROOSTER e van BREE, 1999b). Estudos relatam eficácia de 98% nos casos de apresentação aguda (de ROOSTER et al., 1998). Adicionalmente pode-se evidenciar o deslocamento distal do sesamóide do poplíteo, que seria mais um indício da ruptura do LCCr (de ROOSTER e van BREE, 1999c). Cabe ressaltar que em alguns países, como Inglaterra, não é possível a realização desses exames em virtude da legislação de exposição à radiação (de ROOSTER e van BREE, 1999c).

Além dos métodos radiográficos tradicionais, podem ser empregadas outras técnicas no diagnóstico da ruptura do LCCr (REED et al., 1995; MOORE e READ, 1996; GNUDI e BERTONI, 2001). O exame ultrassonográfico da articulação do joelho pode evidenciar hipertrofia da membrana sinovial e efusão articular, além da descontinuidade dos ligamentos cruzados e meniscos (REED et al., 1995; MAHN et al., 2005). A injeção intra-articular de solução salina previamente ao exame promove a

separação do coxim infrapatelar e realça o ligamento hipercóico (GNUDI e BERTONI, 2001; SEONG et al., 2005). A ruptura do LCCr pode aparecer como uma área anecóica entre o osso e o ligamento (KRAMER et al., 1999).

Na medicina humana, a ressonância magnética é considerada o método auxiliar mais efetivo para o diagnóstico de lesões no joelho (MOORE e READ, 1996). Em cães, Baird et al. (1998) observaram maior sensibilidade da imagem por ressonância magnética no diagnóstico de lesões no osso subcondral associadas à ruptura do LCCr quando comparada à avaliação radiográfica simples. Entretanto, os elevados custos associados ao procedimento tornam essa prática restrita a grandes centros veterinários (WIDMER et al., 1991; BANFIELD e MORRISON, 2000; MAHN et al., 2005). Atualmente, a artroscopia é amplamente utilizada tanto como ferramenta de investigação e, principalmente, como alternativa de tratamento de lesões articulares (BUBENIK et al., 2002; HOELZLER et al., 2004; SCHERRER et al., 2005). Embora seja necessário equipamento especializado, esse método constitui alternativa de pouca invasibilidade e promove melhor visibilização das estruturas intra-articulares quando comparado à artrotomia (HOELZLER et al., 2004). Adicionalmente, apesar de não ser um método diagnóstico específico para a ruptura do ligamento cruzado cranial, a avaliação da locomoção em placa de força pode ser empregada como auxiliar na determinação de claudicação, visto ser possível detectar alterações tanto no padrão de locomoção como no apoio de peso (KORWICK et al., 1994; EVANS et al., 2005; VIDA et al., 2005; DAMUR et al., 2006).

3.4 Métodos de tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial

A escolha do método de tratamento para a ruptura do LCCr é influenciada pela anatomia articular, idade, porte, nível de atividade, desempenho e estado físico do animal, além de custos e colaboração do proprietário (VASSEUR, 2003). O uso de tratamento conservador é controverso e tem como intuito principal o repouso, para se obter fibrose

periarticular e estabilização, além da administração de agentes antiinflamatórios para minimizar a dor (DUPUIS e HARARI, 1993). Em virtude da necessidade de imobilização do membro acometido, pode ocorrer atrofia muscular e degeneração das superfícies cartilaginosas (MOORE e READ, 1996). Adicionalmente há relatos de instabilidade persistente após 2 anos de diagnóstico da lesão inicial (HART et al., 2003).

O tratamento cirúrgico da ruptura do LCCr é defendido pela maioria dos cirurgiões veterinários, inclusive para cães de pequeno porte (KORWICK et al., 1994a). Esse tem por objetivo a estabilização articular e limitação da progressão da doença articular degenerativa (PATTERSON et al., 1991; CONZEMIUS et al., 2005). Numerosas técnicas cirúrgicas foram descritas, cada uma com vantagens e desvantagens (CONZEMIUS et al., 2005). Didaticamente elas podem ser classificadas em procedimentos intra-articulares, extra-articulares (VASSEUR, 2003), além dos procedimentos de alteração da biomecânica articular (SLOCUM e SLOCUM, 1993; MONTAVON et al., 2002).

A reconstrução primária do LCCr é contra-indicada no cão, assim como no homem, devido ao caráter degenerativo da doença (VASSEUR, 2003). Como a vascularização dos ligamentos cruzados proveniente da membrana sinovial é deficiente, a cicatrização torna-se prejudicada (DEJARDIN, 2003). Além disso, há relatos da presença de anticorpos anticolágeno e complexos imunes no fluido sinovial e soro de cães que apresentaram ruptura espontânea do LCCr (VASSEUR, 2003).

As técnicas intra-articulares visam à substituição do LCCr por enxerto fixado em pontos isométricos (VASSEUR, 2003). Apesar da sua aparente superioridade biomecânica, pode ocorrer necrose avascular e perda das propriedades estruturais, com consequente falência prematura (SLOCUM e DEVINE, 1984; JOHNSON et al., 1989; WARZEE et al., 2001; VASSEUR, 2003). O método é considerado tecnicamente mais dispendioso, visto incluir a coleta e o posicionamento intra-articular de enxerto em um túnel na tróclea femoral e sobre o aspecto caudoproximal do côndilo lateral do fêmur (CONZEMIUS et al., 2005). Outro fator a ser considerado é a suscetibilidade do enxerto a processos imunomediados no interior da

articulação (DUPUIS e HARARI, 1993). Adicionalmente, a estenose da fossa intercondilar decorrente da formação de osteófitos, pode favorecer o desgaste prematuro do enxerto pelo atrito mecânico (DEJARDIN, 2003). Como forma de minimizar esse problema, foi recomendada a incisuroplastia (DEJARDIN, 2003). Por sua vez, as próteses ligamentares sintéticas, além de não restabelecerem a biomecânica articular original, não suportam as várias forças exercidas no joelho e acabam por sofrer ruptura precoce (SLOCUM e DEVINE, 1984).

A maioria das técnicas extra-articulares consiste no posicionamento de material de sutura, em geral não absorvível, em pontos determinados (VASSEUR, 2003). Os procedimentos são de fácil execução, requerem mínimo instrumental específico (VASSEUR, 2003) e baseiam-se na formação de fibrose periarticular com conseqüente estabilização (MOORE e READ, 1996). Childers, em 1966, foi o primeiro a descrever a imbricação do retináculo, com o posicionamento de suturas de Lembert na fásia lateral (VASSEUR, 2003). De Angelis e Lau (1970) implementaram a técnica de estabilização lateral, com o posicionamento de sutura não absorvível da fabela lateral ao aspecto distal do ligamento patelar. Embora várias modificações tenham sido sugeridas e incluídas, o método em seu princípio básico é um dos mais utilizados, independente do tamanho do paciente (CONZEMIUS et al., 2005). Vale referir que a estabilização da tíbia em posição de rotação externa elimina a rotação interna durante a flexão e limita o movimento do joelho em um único eixo transversal (WARZEE et al., 2001). Com isso ocorre alteração da cinemática articular natural e aumento da compressão nas superfícies articulares (SLOCUM e DEVINE, 1984; KORWICK et al., 1994b). Desta forma, o resultado é a lesão à cartilagem e meniscos, além de sobrecarga aos tecidos moles periarticulares (DEJARDIN, 2003).

A transposição da fíbula proximal, considerada de alta complexidade (VASSEUR, 2003), baseia-se no emprego do ligamento colateral lateral para resistir à translação cranial e à rotação interna excessiva (VASSEUR, 2003). Devido ao estresse, o ligamento colateral sofre hipertrofia resultando em menor frouxidão e propriedades

biomecânicas superiores quando comparada a outros procedimentos intra e extra-articulares (DUPUIS et al., 1994). No entanto, ocorre limitação da rotação interna, e restrição da amplitude de movimento do joelho (PATTERSON et al., 1991). Vários autores relataram a permanência de acentuada instabilidade craniocaudal e resultados finais controversos (DUPUIS et al., 1994).

A capacidade da técnica cirúrgica em restaurar o movimento normal da articulação é importante critério para avaliação de sua eficácia (GERBER e MATTER, 1983; MITTON et al., 1991). A maioria dos estudos retrospectivos relata índice de sucesso médio de 90% com a utilização de procedimentos intra ou extra-articulares (VASSEUR, 2003). Entretanto, foi observada pior taxa de recuperação após o emprego da técnica “over-the-top” em comparação à sutura fabelo-tibial e TPLO (CONZEMIUS et al., 2005). Apesar da restituição da estabilidade articular em curto prazo, as técnicas intra-articulares e as extra-articulares não são totalmente efetivas em relação à prevenção de lesões secundárias aos meniscos e progressão da doença articular degenerativa (ELKINS, 1991; MOORE e READ, 1995; WARZEE et al., 2001). Os resultados negativos podem ser decorrentes da atividade enzimática no interior da articulação afetada (MUIR et al., 2005). Além disso, o estresse decorrente da força de cisalhamento tibial cranial pode contribuir para a falência do reparo (SLOCUM e DEVINE, 1984).

De acordo com Vezzoni (2004a), em cães a insuficiência do LCCr tem maior relação com o controle da força de cisalhamento tibial cranial do que com a reconstrução do próprio ligamento. Sem a neutralização dessa força, qualquer tentativa de reconstrução tende a falhar e resulta em retorno da instabilidade inicial (SLOCUM e DEVINE, 1984). A partir desses conceitos foi desenvolvida a ostectomia tibial em cunha, cuja finalidade é proporcionar alteração da geometria articular (HARASEN, 2004). A modificação torna o platô tibial perpendicular ao eixo longo da tíbia e elimina o cisalhamento tíbio-femoral, de modo a tornar compressivas as forças de apoio do peso (DEJARDIN, 2003). O procedimento é normalmente associado a outras técnicas, em especial o avanço dos músculos bíceps femoral, grácil e semitendinoso (SLOCUM e DEVINE, 1984). A eliminação

da força de cisalhamento tibial cranial pelo nivelamento do platô tibial protege o reparo da sobrecarga (MONTAVON et al., 2002). No entanto, o posicionamento distal da inserção do tendão patelar altera a relação fêmoro-patelar normal e desencadeia a síndrome de patela baixa (DEJARDIN, 2003). Outra desvantagem do procedimento é a sobrecarga imposta ao ligamento cruzado caudal pelos músculos flexores (SLOCUM e DEVINE, 1984). Também foram relatados como aspectos negativos a pouca versatilidade da técnica em relação ao tamanho dos animais e, a produção de deformidade tibial varo ou valga (HARASEN, 2004).

Slocum e Slocum (1993) propuseram uma nova solução para minimizar as alterações decorrentes da ostectomia tibial em cunha, com a realização da osteotomia radial da porção proximal da tibia e reposicionamento do platô tibial em um ângulo ideal de $6,5^\circ$ (PALMER, 2005). O procedimento, denominado osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO), promove o incremento do mecanismo do músculo bíceps e dos flexores na face caudal do membro (SLOCUM e SLOCUM, 2000). O deslocamento tibial cranial é contrabalançado, uma vez que os músculos grácil e semitendinoso exercem tração caudal na tibia (SLOCUM e DEVINE, 1993), e a carga será transmitida perpendicularmente a partir dos côndilos femorais (REIF et al., 2002). O método promove estabilização dinâmica da articulação, sem necessidade de auxílio do LCCr ou seus substitutos (REIF et al., 2002). Sendo assim, o teste de gaveta cranial não tem significado para a avaliação clínica do sucesso do procedimento (VASSEUR, 2003). Com a neutralização dos efeitos negativos do cisalhamento tibial cranial ocorre a restauração da função articular normal (WHEELER et al., 2002).

Segundo Palmer (2005), entre os cirurgiões que realizam o TPLO, há uma variação imensa na seleção dos pacientes. Alguns profissionais preferem a técnica primariamente para cães jovens ativos de grande porte, outros indicam o procedimento independente da idade, tamanho ou nível de atividade. Inicialmente deve ser realizada a avaliação radiográfica com o animal anestesiado para determinação do ângulo de inclinação do platô tibial, verificação de possíveis deformidades ósseas e escolha dos implantes (DEJARDIN, 2003). Além da projeção caudocranial,

deve ser realizada a avaliação mediolateral, com raio centrado na articulação do joelho e inclusão do tarso no chassi (FETTIG et al., 2003).

Posteriormente, realiza-se a artrotomia ou a artroscopia para a remoção dos cotos ligamentares e inspeção dos meniscos (VASSEUR, 2003). Por meio da abordagem à face medial da articulação e tibia proximal, promove-se a exposição do local de osteotomia, se fixa o dispositivo auxiliar e procede-se a osteotomia (SLOCUM e DEVINE, 1993). Essa deve inicialmente envolver somente a cortical medial, sendo completada após a mensuração da distância a ser rotacionada (VASSEUR, 2003). A osteotomia centralizada no ponto proximal do eixo tibial e perpendicular à córtex caudal da tibia resulta em menor diferença do ângulo final do platô (KOWALESKI e MCCARTHY, 2004). Nesse momento qualquer desvio ósseo pode ser corrigido com a inclinação do pino distal no dispositivo (SLOCUM e SLOCUM, 2000). Após a rotação, o platô é temporariamente fixado, com auxílio de um pino anti-rotacional na crista da tibia, e o dispositivo removido para estabilização óssea com placa de formato especial (SLOCUM e DEVINE, 1993; VASSEUR, 2003). O objetivo é a redução completa das superfícies ósseas, sem preocupação com o alinhamento do córtex medial, a fim de se evitar desvios ósseos (WHEELER et al., 2002). Para finalizar o procedimento, a área cirúrgica é irrigada com solução fisiológica e, em seguida, procede-se a síntese dos planos anatômicos de maneira rotineira (PALMER, 2005).

Como ocorre transformação do componente da força de cisalhamento cranial em direção caudal, o ligamento cruzado caudal precisa estar intacto para o sucesso da técnica (WHEELER et al., 2002; ZACHOS et al., 2002). Durante o nivelamento do platô tibial, deve-se evitar sobrecarga ao ligamento cruzado caudal em virtude da rotação excessiva do platô tibial (WARZEE et al., 2001; REIF et al., 2002; KOWALESKI e MCCARTHY, 2004). Outro ponto crítico da TPLO é a necessidade de liberação do menisco medial, que pode levar à perda do suporte articular caudal (MONTAVON et al., 2002). A secção profilática do menisco é preconizada por alguns autores como forma de evitar o aprisionamento do corno caudal

pelo côndilo femoral medial (SLOCUM e SLOCUM, 1998; DEJARDIN, 2003), porém há controvérsias sobre essa real necessidade (TAYLOR, 2005).

Entre as complicações mais comumente citadas da técnica de TPLO estão as lesões aos vasos poplíteos, o posicionamento intra-articular do parafuso proximal e a fratura da tuberosidade tibial (PRIDDY et al., 2003). A última pode ser decorrente da realização da osteotomia em posição muito cranial, rotação excessiva do platô tibial e perda do suporte caudal, do posicionamento inadequado do pino anti-rotacional ou do estresse ao tendão patelar (KERGOSIEN et al., 2004). Em virtude de aumento do estresse ao tendão patelar, há referências da ocorrência de tenosinovite com indução de claudicação no período pós-operatório (PACCHIANA et al., 2003; BALLAGAS et al., 2004).

O registro de patente desta técnica cirúrgica por seus idealizadores retardou a realização de estudos sobre a sua eficácia e foi alvo de muitas críticas (PALMER, 2005). Embora tenha expirado em 2005, ainda há restrições quanto ao uso do instrumental e implantes utilizados, além da necessidade de treinamento específico (SLOCUM e SLOCUM, 1998). Alguns relatos citaram retorno precoce aos níveis de atividade após o uso da TPLO em comparação às técnicas “over-the-top” e sutura fabelo-tibial, porém os resultados a médio e longo prazo são contraditórios (BALLAGAS et al., 2004; CONZEMIUS et al., 2005). A preservação da amplitude de movimento com o emprego da TPLO pode estar associada a um melhor prognóstico (SLOCUM e SLOCUM, 1998; MONTAVON et al., 2002).

Com a finalidade de tornar a TPLO mais simples e acessível foram sugeridas algumas modificações (JERRAM et al., 2005). Damur et al. (2003) descreveram a ostectomia tibial intra-articular em cunha e a fixação com parafusos interfragmentares, associada à imbricação das fâscias lateral e medial. O menisco não foi liberado, mas preservado como estabilizador passivo. Os autores observaram alto índice de complicações, tais como desvio valgo, injúrias neurovasculares, fratura da crista da tíbia e, em especial, lesões do menisco medial. Jerram et al. (2005) efetuaram a ostectomia intra-articular da porção proximal da tíbia, em combinação com a liberação do menisco medial e osteotomia da fíbula, e obtiveram menor taxa

de complicação. Deve ser ressaltado que essas modificações promovem alteração do centro instantâneo de movimento e alteração da cinemática articular (TAYLOR, 2005).

O nivelamento dinâmico do platô tibial foi sugerido por Gall et al. (2006) para o tratamento da ruptura do LCCr em animais em crescimento. A técnica consiste na inserção de um parafuso na porção cranial da epífise proximal da tibia em um ponto cranial aos meniscos (SLOCUM & SLOCUM, 2000). Conseqüentemente ocorre fechamento prematuro parcial da porção cranial da epífise tibial enquanto a porção caudal continua seu crescimento (GALL et al., 2006). Desse modo obtém-se uma redução do ângulo de inclinação do platô tibial. Apesar de ser pouco invasivo e proporcionar redução da instabilidade articular, não é possível prever o ângulo final obtido em virtude da variabilidade de fechamento da fise proximal da tibia (GALL et al., 2006).

3.5 Técnica de Avanço da tuberosidade tibial (TTA)

A transposição cranial da tuberosidade tibial foi recentemente descrita na literatura veterinária como outra alternativa para o tratamento da instabilidade decorrente de lesões do LCCr (MONTAVON et al., 2002; TEPIC, 2006). A técnica é baseada no conceito de variação da força de cisalhamento tíbio-femoral em virtude da inclinação do tendão patelar durante a dinâmica articular (MAQUET, 1976; MENDES et al., 1987; NAKAMURA et al., 1985; SLOCUM e SLOCUM, 2000; TEPIC e MONTAVON, 2004; APELT et al., 2006). Quanto maior o ângulo do platô tibial mais evidente torna-se a inclinação e maior a força associada (TEPIC et al., 2002). Desta forma, ocorre maior tensão ao tendão patelar com a contração da musculatura do quadríceps e favorecimento do deslocamento tibial cranial (ROMEO et al., 2005). Se o ângulo entre o tendão patelar e o platô tibial é de 90°, a força tangente é neutralizada, e o LCCr não é colocado sob tensão (TEPIC et al., 2002). No joelho do cão, entretanto, esse ângulo só assume essa posição em flexão (VEZONNI, 2004a; TEPIC, 2006).

Na fase de sustentação do membro ao solo durante a locomoção, a articulação do joelho permanece estendida e o ângulo de inclinação do tendão patelar é de aproximadamente 105° (WATSON et al., 2003). Como resultado da conformação anatômica e biomecânica articular ocorre a subluxação tibial cranial quando da incompetência do LCCr (MONTAVON et al., 2002). O procedimento cirúrgico consiste no avanço da porção crânioproximal da tibia, com a finalidade de posicionar o ligamento patelar perpendicularmente ao platô tibial (TEPIC e MONTAVON, 2004). Assim, a contração muscular ativa anula o cisalhamento tibial cranial (FALCIS et al., 2006).

A aplicação clínica da técnica de avanço da tuberosidade tibial requer um planejamento pré-operatório cuidadoso (GUERRERO, 2003). Deve ser realizada a avaliação radiográfica para verificação de possíveis alterações ósseas e determinação dos implantes a serem utilizados (MONTAVON et al., 2002). Além da projeção caudocranial, é necessária a incidência mediolateral do joelho em extensão, evitando-se a subluxação cranial (GUERRERO, 2003). O ligamento patelar é representado por uma linha que delinea a sua borda cranial e a orientação do platô tibial estabelecida por uma linha tangencial às inserções tibiais dos ligamentos cruzados cranial e caudal (MONTAVON et al., 2002). A aferição da distância necessária para o avanço da tuberosidade tibial é realizada com o auxílio de escalas pré-determinadas em folha de acetato sobrepostas ao filme radiográfico nos pontos determinados (TEPIC e MONTAVON, 2004).

Para o procedimento cirúrgico, o cão deve ser posicionado em decúbito dorsal, com o membro a ser operado apoiado em sua face lateral (GUERRERO, 2003). A intervenção inicia-se com a inspeção da articulação por artroscopia ou artrotomia, para tratamento de eventuais lesões de menisco e remoção dos cotos ligamentares (MONTAVON et al., 2005). De acordo com Montavon et al. (2002), a abordagem da face medial da porção proximal da tibia é realizada por incisão cutânea iniciando do pólo distal da patela até o terço médio da tibia. O tecido subcutâneo é divulsionado na mesma direção e incisa-se a fáscia ao longo da margem craniomedial do músculo tibial cranial (GUERRERO, 2003), com o cuidado de preservar os

ramos craniais da artéria e veia safena medial (MONTAVON et al., 2002). As inserções dos músculos grácil e semitendinoso, além do ventre caudal do músculo sartório são elevados do aspecto medial da tíbia proximal, em direção caudal até a visibilização do ligamento colateral medial (GUERRERO, 2003). O ligamento patelar, sua bolsa sinovial e o periósteo cranial da tíbia devem ser mantidos íntegros (TEPIC et al., 2002). Os orifícios para fixação proximal da placa são perfurados com auxílio de guia especial, posicionado caudalmente ao córtex cranial da tuberosidade tibial (MONTAVON et al., 2002). Posteriormente, a tuberosidade tibial é individualizada e submetida à osteotomia longitudinal parcial desde a sua junção com a diáfise tibial até a borda cranial dos meniscos (GUERRERO, 2003). Em seguida, é fixada a porção proximal da placa e completada a osteotomia (TEPIC et al., 2002). É inserido um osteótomo de largura proporcional ao implante a ser utilizado e a redução mantida temporariamente em perfeito alinhamento com o auxílio de garra óssea (TEPIC et al., 2002). Neste momento, insere-se o espaçador adequado (6, 9 ou 12 mm), de modo a manter o avanço cranial, e aplicam-se os parafusos distais da placa (GUERRERO, 2003). As medidas do espaçador são determinadas pela avaliação radiográfica prévia e aferição da profundidade no local da osteotomia (MONTAVON et al., 2002). Para manter a posição da patela no sulco femoral, o avanço da tuberosidade tibial deve ser realizado mantendo-a como o centro do eixo (GUERRERO, 2003). O espaçador é fixado cranial e caudalmente com dois parafusos de titânio de 2,0 mm auto-rosqueantes, um sobre a epífise e o outro sobre a tuberosidade tibial (MONTAVON et al., 2002). O defeito criado é preenchido com enxerto de osso esponjoso coletado da crista da tíbia. (TEPIC e MONTAVON, 2004). Confirmada a estabilidade articular por meio do teste de compressão tibial, realiza-se a transecção do tendão do músculo semitendinoso e avanço da fáscia, de forma a obter cobertura adequada dos implantes. Na seqüência, procede-se a síntese dos demais planos anatômicos de acordo com a técnica de rotina (MONTAVON et al., 2002).

Todos os implantes desenvolvidos para a técnica de TTA são de titânio por permitirem a manutenção do avanço do ligamento patelar até a

consolidação do local de osteotomia, que ocorre entre 6 e 8 semanas após a cirurgia (COSGAREA et al., 1999; TEPIC et al., 2002; RUE, 2003). A complicação mais freqüentemente observada foi a fratura da tuberosidade tibial, devido ao posicionamento incorreto do dispositivo de fixação proximal da placa (MONTAVON et al., 2002; TEPIC, 2006). Foi também citado o posicionamento intra-articular dos parafusos do espaçador, migração dos implantes e exposição desses na face medial da tíbia (TAYLOR, 2005), além da fratura da diáfise tibial em virtude de uma osteotomia em um ponto distal à junção da tuberosidade com a diáfise tibial (MONTAVON et al., 2002). Todas essas complicações foram tratadas com sucesso, sem conseqüências para os pacientes (MONTAVON et al., 2002; VEZZONI, 2006).

Após o emprego da técnica de TTA, a força de cisalhamento tibial cranial é convertida em uma força compressiva entre as superfícies articulares (TEPIC et al., 2002; ROMEO et al., 2005). Além disso, ocorre aumento do braço de alavanca do tendão patelar e incremento da mecânica do quadríceps (TEPIC e MONTAVON, 2004; APELT et al., 2006). A preservação da amplitude de movimento normal da articulação do joelho protege o menisco e, conseqüentemente, não ocorre perda do suporte intra-articular caudal (TAYLOR, 2005; TEPIC, 2006). A manutenção da posição original da patela no sulco femoral e a redução da pressão retropatelar limitam a condromalácia presente nos casos crônicos de ruptura do LCCr (MONTAVON et al., 2002; DAMUR et al., 2006; TEPIC, 2006). Apesar dos resultados avaliando a progressão da doença articular degenerativa serem controversos, o retorno à função do membro pelo animal e o grau de satisfação do proprietário tem sido reportados como excelentes (FALCIS et al., 2006; HOFFMAN et al., 2006)

De acordo com os autores, o caráter menos invasivo da técnica deve reduzir o tempo cirúrgico e morbidade pós-operatória (MODENATO et al., 2005; VEZZONI, 2006). A avaliação de cães submetidos à técnica de TTA demonstrou que, em um período de 6 meses após a cirurgia, ocorreu recuperação da função normal do membro pelo estudo com placa de força (GUERRERO, 2003), e mínima progressão da doença articular degenerativa (MONTAVON et al., 2002; VEZZONI, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Animais e grupos experimentais

A metodologia adotada durante o desenvolvimento do presente trabalho foi aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Botucatu, em 03/03/2005 (Anexo).

Foram utilizados 10 cadáveres de cães, machos, sem raça definida, com idade variando entre 1,8 e 4,2 anos (média de 3 anos) e peso corpóreo entre 20,0 e 30 kg (média de 27,8 kg), provenientes do Hospital Veterinário da Universidade Estadual de Londrina, que vieram a óbito ou foram submetidos à eutanásia por causas humanitárias. Incluíram-se no estudo aqueles cujo exame físico, exame ortopédico dos membros pélvicos e avaliações radiográficas das articulações dos joelhos, em posições mediolateral e caudocranial, descartaram quaisquer alterações que pudessem influenciar os resultados. A nomenclatura atribuída às estruturas anatômicas está em conformidade à preconizada por Schaller (1999).

Em seguida ao óbito, os membros foram numerados de 1 a 10, de acordo com o respectivo cão. Para cada animal, os membros pélvicos direito e esquerdo foram divididos por sorteio em: grupo 1 – operado (n=10); grupo 2 – controle (n=10), representado pelo membro contralateral.

4.2 Momentos experimentais do grupo 1

Os procedimentos cirúrgicos foram divididos em quatro momentos experimentais, de acordo com a seqüência temporal. Ao final de

cada um deles foram realizadas avaliações ortopédicas, goniométricas e radiográficas do membro operado.

4.2.1 *Implantação de marcadores (Momento 1)*

Após a tricotomia do membro, foram realizadas duas incisões cutâneas com aproximadamente 0,5 cm de comprimento longitudinal: a primeira na região do epicôndilo medial do fêmur e a segunda na porção medial do terço proximal da tíbia (Figura 1a). Os tecidos subcutâneos foram divulsionados o suficiente para serem implantados dois parafusos corticais auto-rosqueantes de 3,5 mm de diâmetro e 12 mm de comprimento, como marcadores radiopacos, respectivamente nos pontos de origem e inserção do ligamento colateral medial do joelho (Figura 1b). Foi realizada aproximação da pele com pontos interrompidos simples, empregando fio mononáilon 3-0².

4.2.2 *Desmotomia do LCCr (Momento 2)*

Efetou-se a artrotomia do joelho pelo acesso parapatelar medial (Figura 1c). A pele foi incisada do terço distal do fêmur à tuberosidade tibial, seguida de divulsão do subcutâneo no mesmo plano e incisão da fáscia medial. Posteriormente, foi realizada incisão de aproximadamente 5 cm na cápsula articular com lâmina de bisturi número 24. A patela foi luxada lateralmente do sulco troclear e, posicionou-se um afastador de Senn-Mueller³ no coxim infrapatelar, para proceder-se a desmotomia do LCCr e a ressecção dos cotos ligamentares remanescentes com auxílio de lâmina de bisturi número 15 e pinça hemostática (Figura 1d). A cápsula articular foi aproximada com pontos simples interrompidos, o tecido subcutâneo com sutura contínua simples e a pele com pontos interrompidos simples, utilizando-se o fio mononáilon 3-0.

² Nylon 3-0 - Brasuture Indústria Comércio Importação e Exportação Ltda. Rua Alexandria, 2090. São Sebastião da Grama – SP.

³ Afastador Senn-Mueller – EDLO S/A Produtos Médicos. Rua Berto Cirio, 751. Bairro São Luis, Canoas – RS.

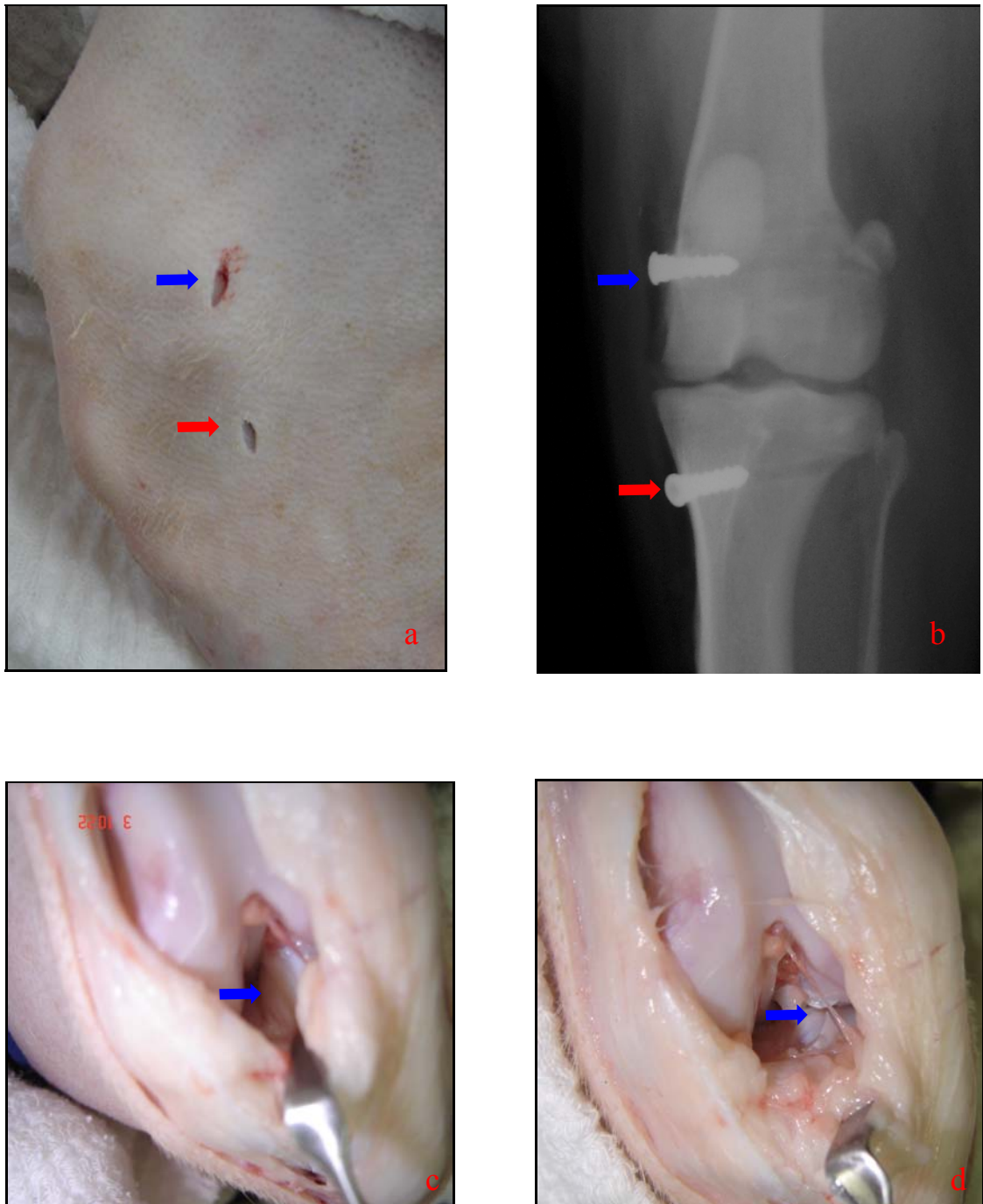


Figura 1 – (a) Incisões cutâneas na região do epicôndilo medial do fêmur (seta azul) e na porção medial do terço proximal da tíbia (seta vermelha) para colocação de marcadores. (b) Aspecto radiográfico em posição craniocaudal após implantação de marcadores radiopacos nos pontos de origem (seta azul) e inserção (seta vermelha) do ligamento colateral medial do joelho. (c) Artrotomia medial e exposição do LCCr (seta). (d) Desmotomia do LCCr (seta).

4.2.3 *Determinação da distância de avanço da tuberosidade tibial e técnica de TTA modificada (Momento 3)*

Para determinação da distância de avanço da tuberosidade tibial, necessária para tornar o ligamento patelar perpendicular ao platô tibial, utilizou-se a incidência radiográfica mediolateral, com o joelho em extensão de 140°, obtida após a desmotomia do cruzado cranial. O exame radiográfico foi efetuado com o cuidado de não induzir o deslocamento cranial da tibia em relação ao fêmur. No filme radiográfico, o ligamento patelar foi representado pela linha de união do ápice da patela à extremidade proximal da tuberosidade tibial e a orientação do platô tibial estabelecida por uma linha tangencial às inserções tibiais dos ligamentos cruzados cranial e caudal. O ângulo de confluência entre as duas linhas configurou o grau de inclinação do tendão patelar (Figura 2a). Uma folha de acetato contendo linhas perpendiculares, em escala pré-determinada (Figuras 2b e 2c), foi sobreposta ao filme radiográfico nos pontos de interposição do tendão patelar e platô tibial para determinar a largura do espaçador de titânio, como descrito por Montavon et al. (2002). O espaçador foi confeccionado em formato de cunha com as seguintes dimensões: 12 mm de altura; largura com variações de 6, 9 ou 12 mm; comprimento de 15, 18, 21, 24 ou 27 mm (Figura 2d).

Na seqüência, o cão foi posicionado em decúbito dorsal, levemente rotacionado, com o membro a ser operado apoiado em sua face lateral para permitir abordagem medial ao terço proximal da tibia. Realizou-se incisão cutânea na altura do ápice da patela até o terço médio da tibia, seguida de divulsão do subcutâneo na mesma direção (Figura 3a). A fáscia crural foi incisada ao longo da margem craniomedial do músculo tibial cranial, aproximadamente 1 cm caudal à crista tibial, com o cuidado de preservar os ramos craniais da artéria e veia safena medial e nervo safeno. A porção caudal do músculo sartório e as inserções tendinosas dos músculos grácil e semitendinoso foram elevadas do aspecto medial da tibia

proximal e afastadas em direção caudal até a visualização do ligamento colateral medial (Figura 3b).

Posteriormente, a tuberosidade tibial foi individualizada e submetida à osteotomia longitudinal, com serra oscilatória⁴, mediante corte perpendicular ao plano sagital do membro. A osteotomia teve início no ponto de junção da tuberosidade com a diáfise tibial e foi direcionada proximalmente até a borda cranial dos meniscos, com o cuidado de não lesar o ligamento patelar e sua bolsa sinovial (Figura 3c). Um pino de Steinman foi empregado para identificação e delimitação das superfícies articulares e posteriormente, na extremidade proximal da osteotomia, foi inserido um osteótomo de largura correspondente à largura do espaçador, estabelecida pelo exame radiográfico, de forma a promover a translação cranial e proximal da tuberosidade tibial (Figura 3d). Para manter o correto alinhamento e redução da área de osteotomia empregou-se pinça de redução óssea⁵ e, para determinar o comprimento do espaçador mensurou-se, com o auxílio de um medidor de cortical, a distância mediolateral da tuberosidade tibial imediatamente distal ao osteótomo (Figura 4a). O espaçador escolhido foi inserido no local do osteótomo e fixado cranial e caudalmente com dois parafusos auto-rosqueantes de titânio com 3,5 mm de diâmetro, um sobre a tuberosidade tibial e o outro sobre o segmento caudal da porção proximal da tíbia. O comprimento dos parafusos foi estabelecido por aferição prévia com auxílio de medidor de cortical, e estes foram inseridos de forma a ultrapassar em 2 mm as corticais opostas (Figuras 4b e 4c).

A tuberosidade tibial foi estabilizada com parafuso cortical de aço inoxidável de 4 mm de diâmetro, constituído de eixo liso nos dois terços proximais e rosca parcial negativa em seu terço distal, posicionado imediatamente distal ao espaçador. Para tanto, realizou-se orifício piloto transversal ao eixo ósseo longitudinal, iniciado na cortical da tuberosidade

⁴ Fein® Multimaster accu, Jorgensen Laboratories, Inc. 1450, N. Van Buren Ave. Loveland, CO. EUA.

⁵ Garra óssea. Kalmédica Comércio Mat. Cirúrgicos Ltda. Rua Reginaldo Sales, 153. Vila Maria, Campinas – SP.

tibial e finalizado na cortical do aspecto caudal da porção proximal da tibia. Para evitar fratura da crista tibial, utilizou-se inicialmente broca óssea de 1,5 mm e, o orifício foi progressivamente alargado com brocas de 2,0, 2,5, 3,0 e 3,5 mm (Figura 4d). Aferiu-se a profundidade do orifício com medidor de cortical e selecionou-se parafuso cortical auto-rosqueante de comprimento 2 mm superior ao da medida aferida, aplicado de forma compressiva (Figura 5a). Foi realizada a secção parcial do tendão do músculo semitendinoso, de modo a permitir a cobertura do espaçador e defeito ósseo (Figura 5b). A fáscia crural foi aproximada com pontos interrompidos simples, o tecido subcutâneo com sutura contínua simples e a pele com pontos interrompidos simples (Figuras 5c e 5d). O fio utilizado foi o mononáilon 3-0. Durante todo o procedimento cirúrgico, os tecidos foram irrigados com solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9%.

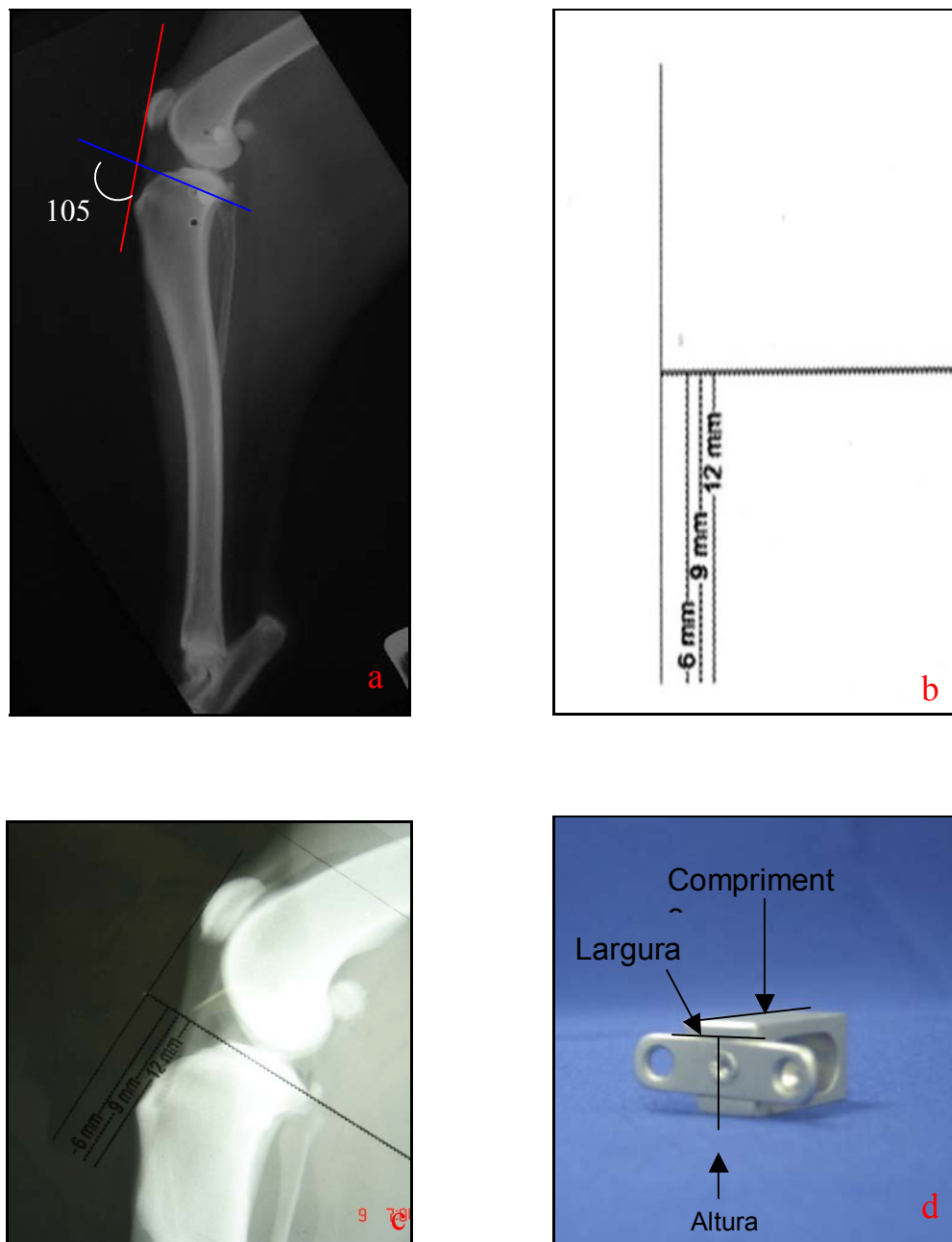


Figura 2 – Determinação da distância de avanço da tuberosidade tibial por meio de radiografia do membro pélvico, na incidência mediolateral, com o joelho em extensão de 140° . (a) Tendão patelar representado por linha (vermelha) de união do ápice da patela à extremidade proximal da tuberosidade tibial e platô tibial determinado como uma linha (azul) tangencial às inserções tibiais dos ligamentos cruzados cranial e caudal. Grau de inclinação do tendão patelar estabelecido pelo ângulo de confluência entre as duas linhas; (b) Folha de acetato contendo linhas perpendiculares, em escala pré-determinada, para aferição da largura do espaçador de titânio necessário para o avanço da tuberosidade tibial; (c) Aspecto radiográfico com a sobreposição da folha de acetato para determinação da distância de avanço da tuberosidade tibial; (d) Espaçador empregado no avanço da tuberosidade tibial, com suas respectivas dimensões.

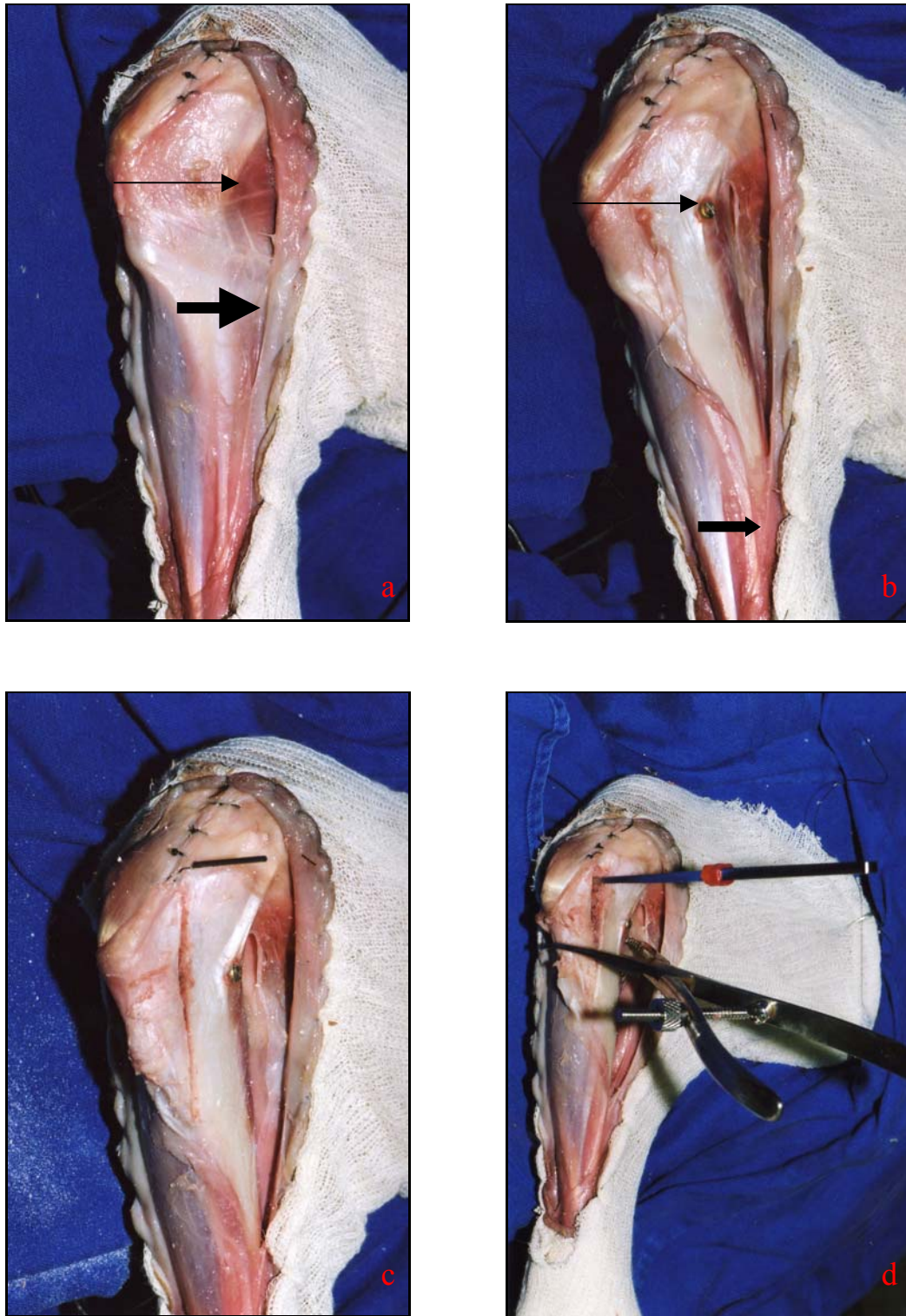


Figura 3 – Seqüência cirúrgica da técnica de TTA modificada: (a) Exposição do terço proximal da tíbia por acesso medial, com destaque para porção caudal do músculo sartório e tendões dos músculos grácil (seta estreita) e semitendinoso (seta larga); (b) Individualização da tuberosidade tibial após elevação muscular, com preservação da artéria, veia e nervo safeno (seta larga) e visibilização do ponto de inserção do ligamento colateral medial (seta estreita); (c) Osteotomia longitudinal da tuberosidade tibial da junção da tuberosidade com a diáfise tibial até a borda cranial dos meniscos; (d) Inserção temporária de osteótomo para translação da tuberosidade tibial e estabilização com auxílio de pinça de redução óssea.

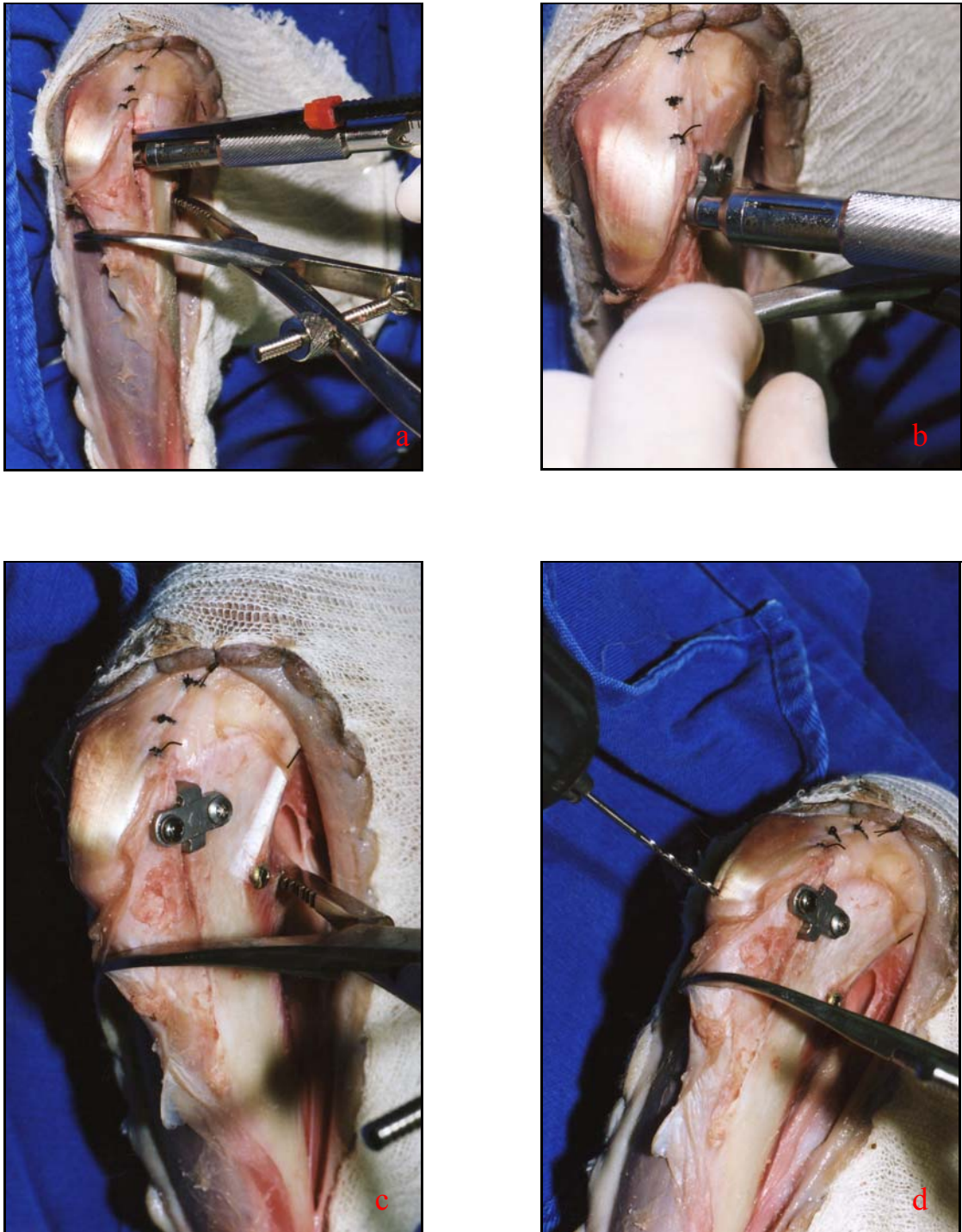


Figura 4 – Seqüência cirúrgica da técnica de TTA modificada: (a) Mensuração da distância mediolateral da tuberosidade tibial imediatamente distal ao osteótomo com o auxílio de medidor de cortical; (b) Perfuração do orifício cranial para fixação do espaçador na tuberosidade tibial; (c) Espaçador de titânio fixado com dois parafusos; (d) Perfuração da tuberosidade tibial para fixação do parafuso cortical em direção craniocaudal.

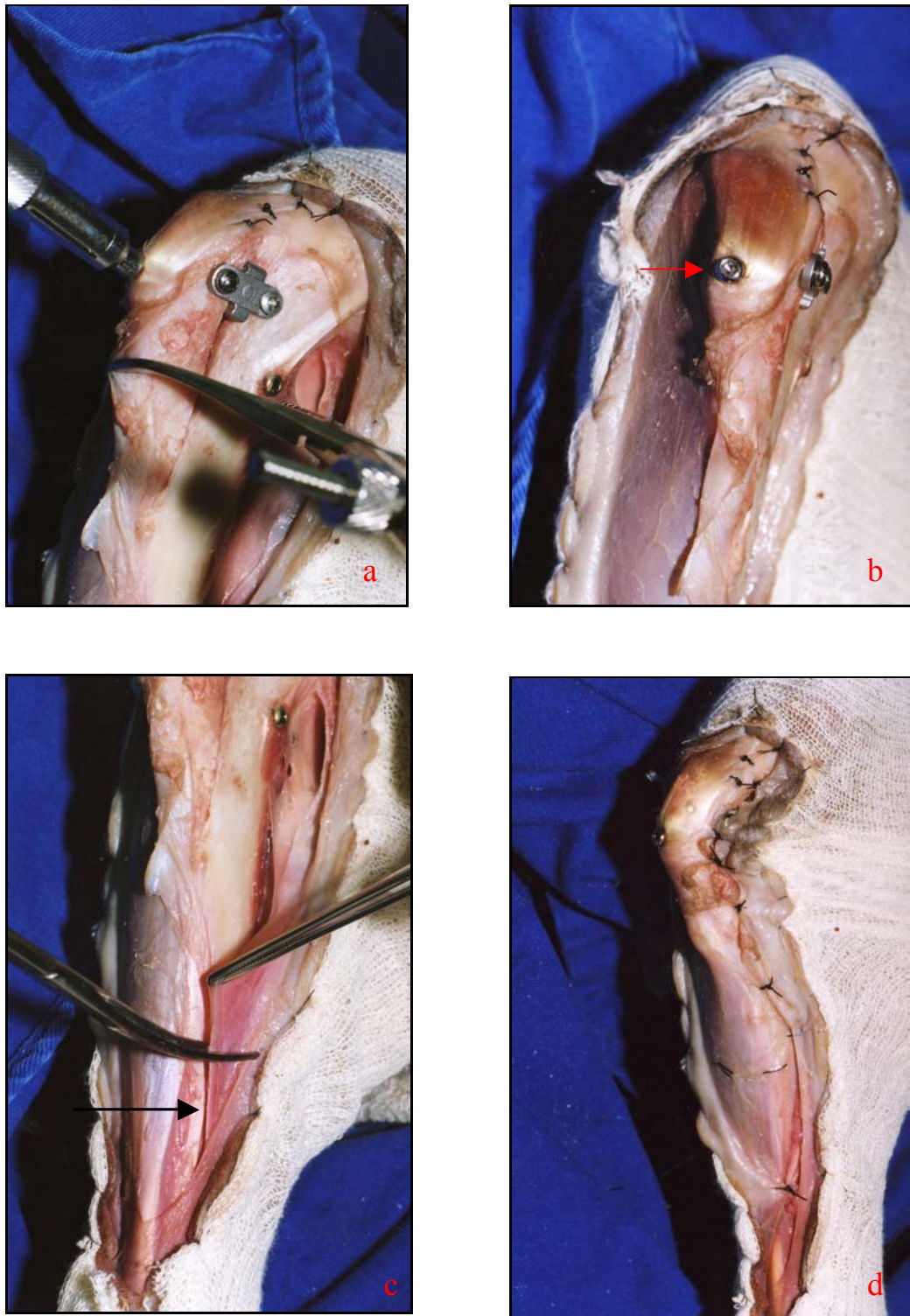


Figura 5 – Seqüência cirúrgica da técnica de TTA modificada: (a) Mensuração da distância craniocaudal, da tuberosidade tibial, imediatamente distal ao osteótomo, à cortical caudal da região proximal da tíbia, com o auxílio de medidor de cortical. (b) Tuberosidade tibial estabilizada com parafuso cortical (seta) posicionado abaixo do espaçador; (c) Secção parcial do tendão do músculo semitendinoso (seta) para possibilitar a cobertura do espaçador e defeito ósseo; (d) Fásia crural aproximada com pontos interrompidos simples.

4.2.4 *Desmotomia do cruzado caudal (Momento 4)*

Foi removido o material de sutura utilizado na síntese dos planos anatômicos e realizada nova abordagem à articulação do joelho, como no momento 2. A patela foi luxada lateralmente e posicionou-se um afastador de Senn-Mueller no coxim infrapatelar. Em seguida, procedeu-se a secção e remoção dos cotos do ligamento cruzado caudal, com auxílio de lâmina de bisturi número 15 e pinça hemostática. A cápsula articular, fáscia, tecido subcutâneo e pele foram novamente suturados como descrito no momento 3.

4.3 *Métodos de avaliação*

4.3.1 *Avaliação ortopédica*

As avaliações ortopédicas foram efetuadas com o animal posicionado em decúbito lateral. Estas constaram de testes de gaveta cranial e compressão tibial para avaliar o LCCr, pressão digital sobre patela em direção lateral e medial para identificar luxações da patela, além de inspeção e palpação do membro para diagnóstico de possíveis desvios ósseos.

4.3.2 *Avaliação goniométrica*

O arco de movimento da articulação do joelho, em ângulos de máxima extensão e flexão, foi realizada com o auxílio de goniômetro⁶, segundo técnica descrita por Millis et al. (2004), estando a articulação talocrural não restrita durante o teste.

⁶ Goniômetro - Carci Ind. e Com. de Aparelhos Cirúrgicos e Ortopédicos Ltda. Rua Álvares Fagundes, 359. Americanópolis – SP.

4.3.3 Avaliação radiográfica

4.3.1.1 Grupo 1

Em todos os momentos foram realizados exames radiográficos dos membros operados, nas incidências mediolaterais em posição neutra e com compressão tibial, com o cão posicionado em decúbito lateral. A primeira foi empregada para determinação do ângulo de inclinação do tendão patelar e, a segunda, para verificar o ângulo do platô tibial, o grau de deslocamento da tibia em relação ao fêmur e o posicionamento da patela no sulco troclear. Além disso, foram efetuadas projeções em incidência caudocranial com o cão em decúbito ventral, para se excluir possíveis desvios ósseos e confirmar o correto posicionamento dos implantes.

O membro foi mantido diretamente sobre o chassi com distância foco-filme de 100 cm em todas as projeções. O feixe foi centrado no joelho e foram incluídos no filme radiográfico a porção distal do fêmur, a tibia e o tarso. Os exames foram efetuados com aparelho Philips®, modelo Médio 50, com potência de 600 mA. O filme utilizado foi Kodak, base verde, 30X40 cm, e a revelação foi realizada por processadora automática (Sigex®, modelo MTX 280).

Em ambas as projeções mediolaterais, considerou-se como padrão a tibia posicionada paralela ao filme radiográfico, os côndilos femorais e tibiais perfeitamente sobrepostos, e os tubérculos intercondilares tibiais facilmente identificados no espaço intra-articular. Na avaliação em posição neutra manteve-se a articulação do joelho em ângulo de extensão de 140°, e na avaliação sob estresse, a articulação do joelho foi mantida em flexão de 90° e, a do tarso em máxima flexão, como forma de promover a compressão tibial e acentuar a força de cisalhamento tibial (MITTON et al., 1991; de ROOSTER e van BREE, 1999c) (Figuras 6a e 6b). Para realização da projeção caudocranial, foi preconizado o posicionamento da articulação em extensão máxima e, posicionamento das patelas centralizadas no sulco troclear.

O platô tibial foi determinado por uma linha unindo as margens cranial e caudal do côndilo tibial medial, na projeção em estresse, no

momento 1. Essas foram identificadas respectivamente pelo ponto de queda brusca da incisão intercondilar craniomedial, correspondente à inserção do LCCr e o ângulo caudal do platô tibial medial, próximo da inserção do ligamento cruzado caudal. O eixo funcional da tibia foi estabelecido pela junção do centro do platô tibial, definido como o ponto da eminência intercondilar, ao centro da articulação talo-crural (DEJARDIN, 2003). O ângulo do platô tibial foi definido como o ângulo entre a inclinação do côndilo tibial medial e a perpendicular ao eixo funcional da tibia (WARZEE et al., 2001; DEJARDIN, 2003) (Figura 6c). A inclinação do tendão patelar foi calculada como o ângulo entre o platô tibial e uma linha do ponto mais cranial da tuberosidade tibial tangente à borda cranial da patela na articulação em extensão, de acordo com o esquema proposto por Montavon et al. (2002).

As imagens radiográficas em estresse foram digitalizadas em scanner⁷ e analisadas com o auxílio de um *software* de imagens⁸. Para quantificação do deslocamento da tibia em relação ao fêmur no plano sagital, foi mensurada a distância horizontal (x_i) entre as linhas verticais paralelas ao eixo funcional da tibia, nos pontos de intersecção dos marcadores tibial e femoral, nas radiografias sob estresse. O deslocamento tibial (S_i) foi computado com a fórmula $S_i = x_i - x_0$, sendo x_0 a distância horizontal separando os marcadores femoro-tibiais no momento inicial e x_i a distância em cada momento seqüencial (DEROOSTER e VANBREE, 1999a; WARZEE et al.; 2001; KOWALESKI et al., 2004) (Figura 6d).

4.3.1.2 Grupo 2

Os membros controles não operados foram avaliados nas mesmas incidências e posicionamentos utilizados para os membros do grupo 1, no momento 1. Foram determinados o ângulo do platô tibial e o ângulo de inclinação do tendão patelar para o estabelecimento de padrão comparativo.

⁷ EPSON Stylus Color CX3500, Epson do Brasil. Av. Tucunaré, 720. Barueri – SP.

⁸ Adobe Photoshop CS versão 8.0, Adobe Systems Brasil. Rua Francisco Leitão, 469. Conj. 1301. São Paulo - SP.

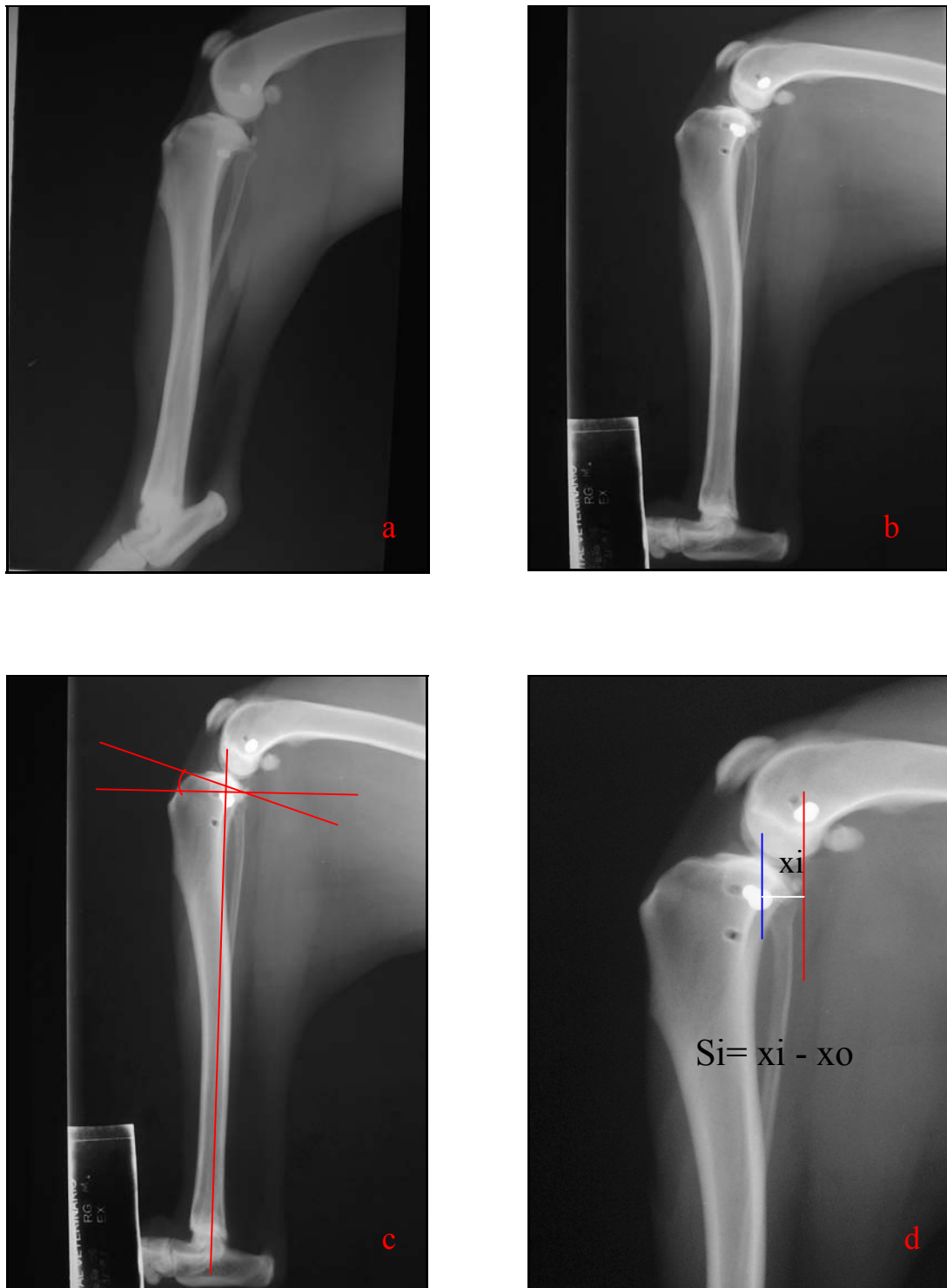


Figura 6 – (a) Aspecto radiográfico na incidência mediolateral da articulação do joelho em posição neutra. (b) Aspecto radiográfico na incidência mediolateral da articulação do joelho em posição de estresse. (c) Ângulo de inclinação do platô tibial. (d) Quantificação da mensuração do deslocamento tibial.

4.3.4 Avaliação mecânica de resistência dos implantes

Após o momento 4, os membros pélvicos de ambos os grupos foram removidos por desarticulação coxo-femoral. Os tecidos moles foram excisados, com preservação apenas da patela e do tendão patelar. A tíbia foi seccionada transversal ao seu eixo longitudinal, 3 cm acima da articulação tíbio-társica, e o fêmur desarticulado em sua extremidade distal. Os espécimes foram individualmente envoltos em compressas umedecidas com solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9%, acondicionados em bolsas plásticas duplas e mantidos em freezer à -20°C. Para a realização dos testes de resistência mecânica, esses foram descongelados em temperatura ambiente por 24 horas.

O teste de resistência mecânica de ambos os grupos foi efetuado em máquina de ensaio universal EMIC DL3000, com célula de 2000 N, com força aplicada em tração vertical na velocidade de 50 mm/min (Figura 7a). A tíbia foi fixada em uma das extremidades do aparelho, por meio de pinos de Steinmann⁹ de 4,0 mm de diâmetro e 5 cm de comprimento, presos a uma placa, e a patela fixada em outra extremidade com o auxílio de dispositivo em garra (Figura 7b). A falência dos espécimes nos grupos 1 e 2 foi classificada de acordo com o mecanismo e localização anatômica (espaçador, parafuso, inserção ligamentar, ponto de osteotomia).

As curvas carga-deformação foram obtidas a partir do teste mecânico, com o auxílio de *software* do próprio fabricante. O limite elástico foi determinado em cada gráfico e posteriormente, com emprego de *software* estatístico¹⁰, foram determinadas a rigidez e a resiliência (energia absorvida durante a fase elástica) dos espécimes. A primeira foi calculada pela inclinação da curva carga versus deformação pela equação de regressão linear e a segunda pela integral, cujo valor foi referente à área da mesma curva, observando-se o limite de proporcionalidade (McGOWAN, 1999; MELLO et al, 2000).

⁹ Pinos de Steinmann – Kalmédica Comércio Mat. Cirúrgicos Ltda. Rua Reginaldo Sales, 153. Vila Maria, Campinas – SP.

¹⁰ Origin 6.0, Microcal. OriginLab Corporation. One Roundhouse Plaza, Suíte 303. Northampton, MA. EUA.

Para cada espécime, o pico de força vertical intersegmentar (PFVE) foi estimado como 110% do peso corporal, de acordo com a metodologia descrita por Vida et al. (2005), como parâmetro comparativo em relação ao grupo operado.

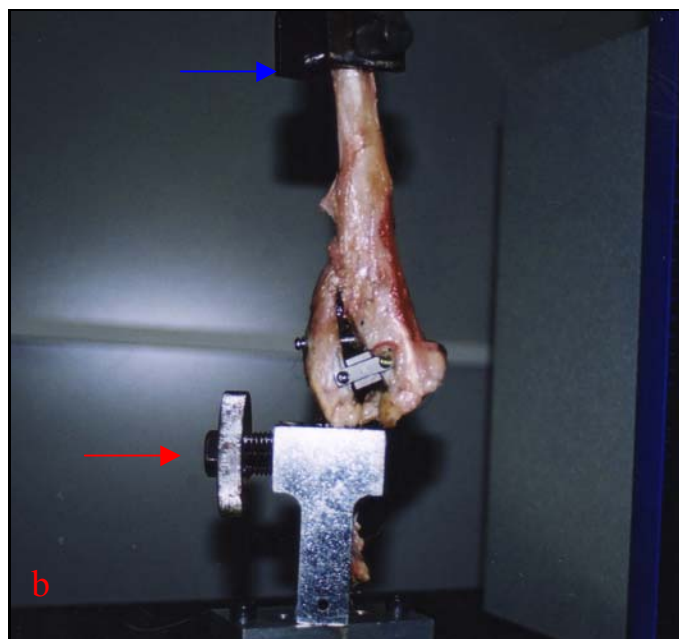


Figura 7 – (a) Máquina de ensaio universal EMIC DL3000. (b) Posicionamento do espécime na máquina de ensaio universal, com fixação da tíbia em uma das extremidades, por meio de pino de Steinmann preso a uma placa (seta azul), e a patela em outra extremidade, com o auxílio de dispositivo em garra (seta vermelha).

4.4 Análise estatística

Foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson para os ângulos de inclinação do tendão patelar e platô tibial em cada articulação. Utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman para determinação de diferença em relação à flexão, extensão e amplitude de movimento nos momentos 1, 2, 3 e 4. O teste T de Student comparou as diferenças das medidas obtidas nos deslocamentos craniais e caudais, e a análise de variância seguida de teste de Tukey foi utilizada para avaliação da resistência dos implantes. Foi considerado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 *Avaliações ortopédicas e goniométricas dos membros do grupo 1 (operado)*

Após a desmotomia do LCCr (momento 2), os membros (n=10) apresentaram testes de gaveta e compressão tibial positivos. Com o uso da técnica de TTA modificada (momento 3), o teste de gaveta cranial manteve-se presente em todos os membros e o teste de compressão tibial tornou-se negativo em nove membros. O único membro positivo tinha movimento menos acentuado do que aquele induzido após a desmotomia do LCCr. Posterior à secção do cruzado caudal (momento 4), o movimento de gaveta cranial acentuou-se, mas o teste de compressão tibial permaneceu similar ao realizado em seguida ao procedimento de TTA modificado. Em nenhum dos momentos experimentais evidenciou-se a luxação patelar ou o posicionamento distal da patela no sulco troclear.

Foi observado aumento significativo da amplitude de movimento da articulação do joelho ($p < 0,00014$) depois da desmotomia do LCCr (momento 2), em decorrência de maior flexão ($p < 0,00011$) e extensão ($p < 0,00042$). Em seguida ao emprego da técnica de TTA modificada (momento 3), ocorreu redução de amplitude de movimento articular em quatro animais, mas esta não foi significativa. A desmotomia do cruzado caudal (momento 4) não resultou em alterações da amplitude de movimento articular quando comparada ao momento anterior (técnica de TTA modificada) (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores (em graus) da máxima flexão e extensão da articulação do joelho dos membros do grupo 1 (operado) após implantação de marcadores (M1), desmotomia do cruzado cranial (M2), técnica de TTA modificada (M3) e desmotomia do cruzado caudal (M4).

Membros (n°)	M1		M2		M3		M4	
	Flexão	Extensão	Flexão	Extensão	Flexão	Extensão	Flexão	Extensão
1	45	170	35	175	45	170	45	170
2	35	145	30	160	60	145	45	150
3	40	170	25	170	55	155	50	165
4	45	170	40	180	60	155	55	160
5	40	165	35	165	55	145	60	145
6	40	150	35	165	45	155	40	155
7	40	150	35	160	40	150	40	135
8	35	155	30	160	30	145	30	160
9	50	160	35	170	50	165	50	165
10	30	150	25	170	35	150	45	155
Média	40	158,5	32,5	167,5	47,5	153,5	46	156
DP	±5,77	±9,73	±4,86	±6,77	±10,34	±8,51	±8,43	±10,49

5.2 Avaliações radiográficas

Não foram detectadas diferenças nos ângulos do platô tibial dos membros do grupo operado no momento 1 ($22,2^\circ \pm 2,78^\circ$) quando comparados aos daqueles do grupo controle ($23,3^\circ \pm 3,16^\circ$). Os valores de inclinação do tendão patelar foram semelhantes entre o grupo operado no momento 1 ($102^\circ \pm 4,83^\circ$) e o grupo controle ($104,5^\circ \pm 4,97^\circ$) (Tabela 2). Não foram observadas diferenças entre os ângulos de inclinação do tendão patelar para a articulação operada no momento 1 e a controle no mesmo indivíduo. Adicionalmente, não foi evidenciada correlação significativa entre os ângulos de inclinação do tendão patelar e do platô tibial na mesma articulação nos grupos operado ($p < 0.052$) e controle ($p < 0.061$).

Tabela 2 - Valores (em graus) dos ângulos do platô tibial e do grau de inclinação do tendão patelar dos membros do grupo operado (grupo 1) no momento 1 e dos membros do grupo 2 (controle).

Membros (n°)	Operado		Controle	
	Platô	Tendão	Platô	Tendão
1	20	105	20	105
2	23	100	24	105
3	28	115	26	115
4	26	100	30	110
5	22	100	25	100
6	20	100	22	105
7	22	100	20	100
8	21	100	23	105
9	20	100	23	100
10	20	100	20	100
Média	22,2	102	23,3	104,5
DP	2,78	4,83	3,16	4,97

Não se detectou no grupo 1 diferença na aferição do ângulo de inclinação do tendão patelar nos momentos 1 (implantação de marcadores) e 2 (desmotomia do LCCr) (Tabela 3). Além disso, não houve correspondência dos valores obtidos no momento 2 com a distância necessária para o avanço da tuberosidade tibial de modo a tornar o ângulo perpendicular ao platô tibial (Tabela 4) (Figura 8).

Tabela 3 - Valores (em graus) dos ângulos de inclinação do tendão patelar dos membros operados (grupo 1) antes (momento 1) e após a desmotomia (momento 2) do cruzado cranial.

Membros (n^o)	Momento 1	Momento 2
1	105	100
2	100	100
3	115	105
4	100	100
5	100	95
6	100	100
7	100	100
8	100	100
9	100	100
10	100	100
Média	102	100
DP	4,83	2,35

Tabela 4 - Valores (em graus) do ângulo de inclinação do tendão patelar após a desmotomia do cruzado cranial (M2) e, em seguida, ao emprego da técnica de TTA modificada (M3), com o respectivo tamanho do espaçador inserido.

Membros (nº)	M2	Tamanho espaçador	M3
1	100	9 mm	90
2	100	12 mm	90
3	105	9 mm	90
4	100	12 mm	90
5	95	12 mm	86
6	100	9 mm	88
7	100	6 mm	90
8	100	9 mm	90
9	100	12 mm	90
10	100	12 mm	86

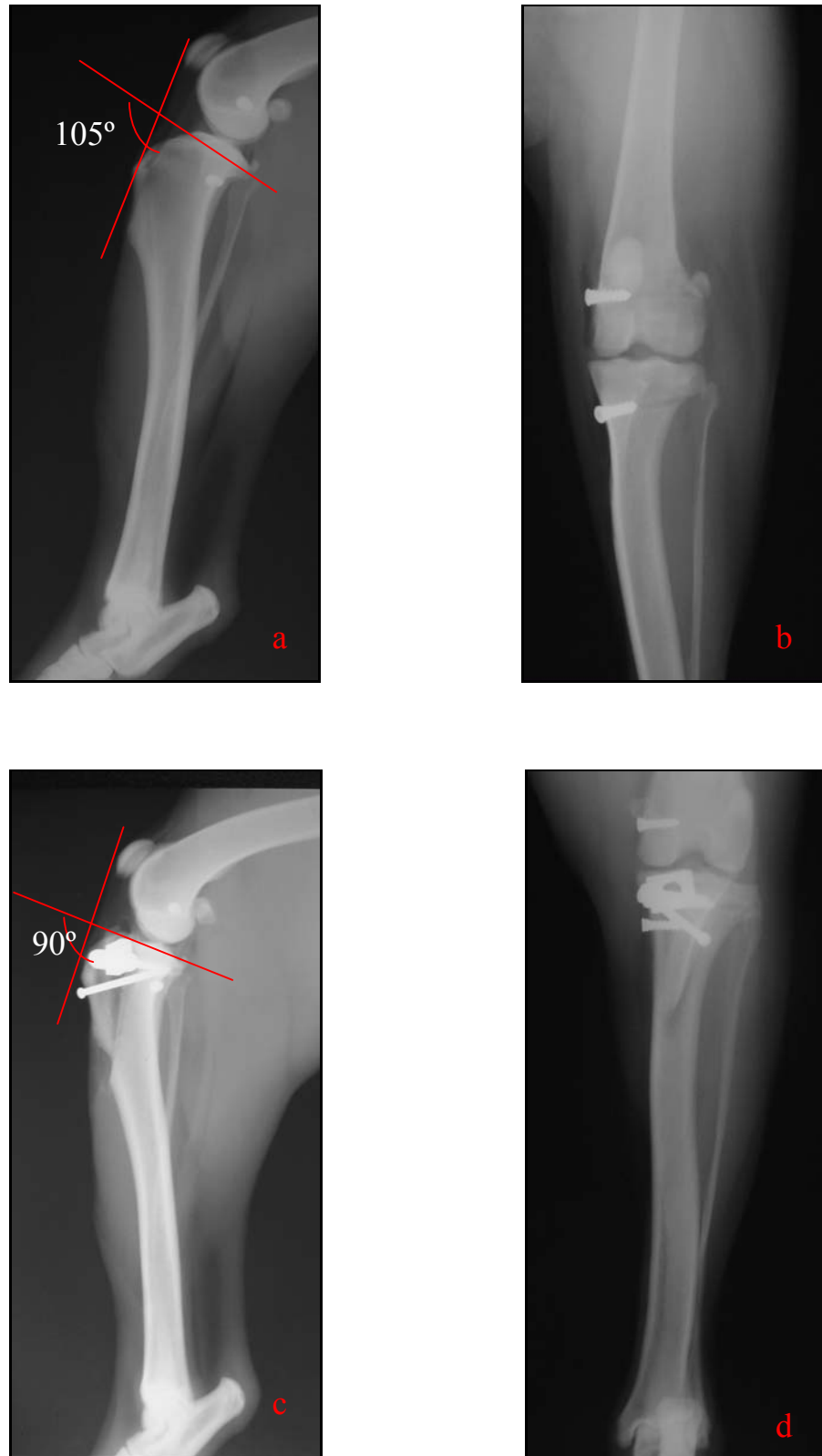


Figura 8 – Avaliação radiográfica do membro pélvico (n° 3) do grupo 1 (operado). (a) Incidência mediolateral para determinação pré-operatória do ângulo de inclinação do tendão patelar; (b) Incidência caudocranial com marcadores radiopacos; (c) Incidência mediolateral para determinação pós-operatória do ângulo de inclinação do tendão patelar (avanço de 6mm); (d) Incidência caudocranial após o emprego da técnica de TTA modificada.

Com a desmotomia do LCCr (M2) ocorreu deslocamento tibial cranial em média de 13,7 mm, observado à avaliação radiográfica sob estresse. Após a técnica de TTA modificada ocorreu significativa redução do grau da subluxação tibial cranial (média de $1,7 \pm 2,16$ mm), sendo que quatro membros apresentaram estabilidade articular total, cinco tinham deslocamento tibial cranial reduzido (1 à 3 mm) e, em apenas um, o deslocamento cranial se manteve acentuado (7mm). Após a transecção do ligamento cruzado caudal, a instabilidade articular resultou em deslocamento tibial caudal, com um valor médio de 2,8 mm (Figura 9) (Tabela 5). As forças atuantes na articulação do joelho nos momentos 2 (Desmotomia do cruzado cranial) e 3 (Técnica de avanço da tuberosidade tibial) estão representadas na Figura 10. As imagens radiográficas em projeção neutra não demonstraram quaisquer sinais de deslocamento tibial nos diversos momentos.

Tabela 5 - Valores (mm) do deslocamento tibial cranial após desmotomia do cruzado cranial (M2) e técnica de TTA modificada (M3), e do deslocamento tibial caudal após desmotomia do cruzado caudal (M4).

Membros (n°)	M2	M3	M4
1	9	2	2
2	10	1	1
3	17	7	1
4	15	2	2
5	16	0	4
6	14	0	3
7	10	3	3
8	20	2	4
9	13	0	4
10	13	0	4
Média	13,7	1,7	2,8
DP	$\pm 3,46$	$\pm 2,16$	$\pm 1,23$

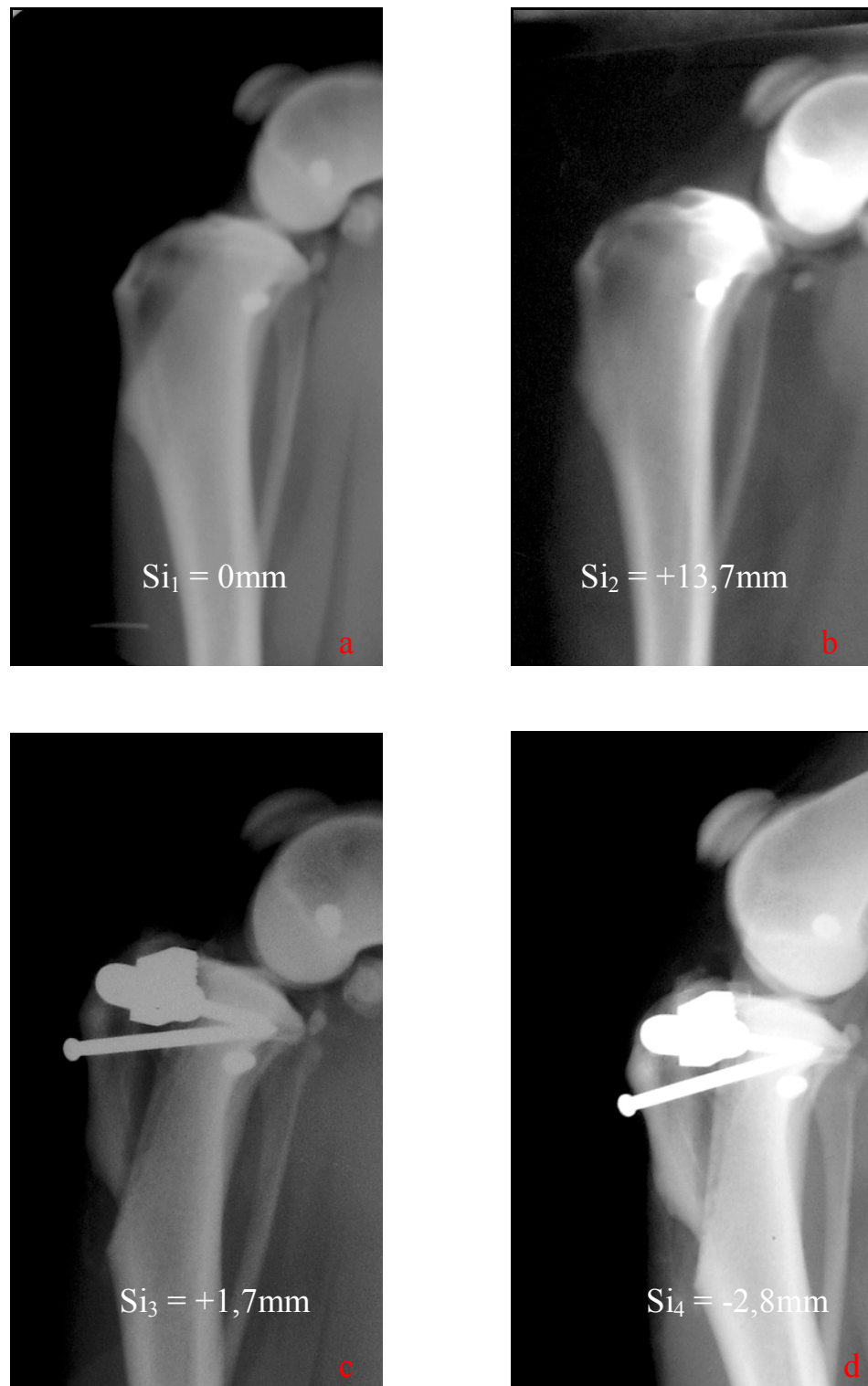


Figura 9 – Imagem radiográfica demonstrando o deslocamento tibial em relação aos côndilos femorais nos diversos momentos. (a) Momento 1 (implantação de marcadores); (b) Momento 2 (desmotomia do cruzado cranial); (c) Momento 3 (Técnica de TTA modificada); (d) Momento 4 (desmotomia do cruzado caudal).
(+) Deslocamento cranial (-) Deslocamento caudal

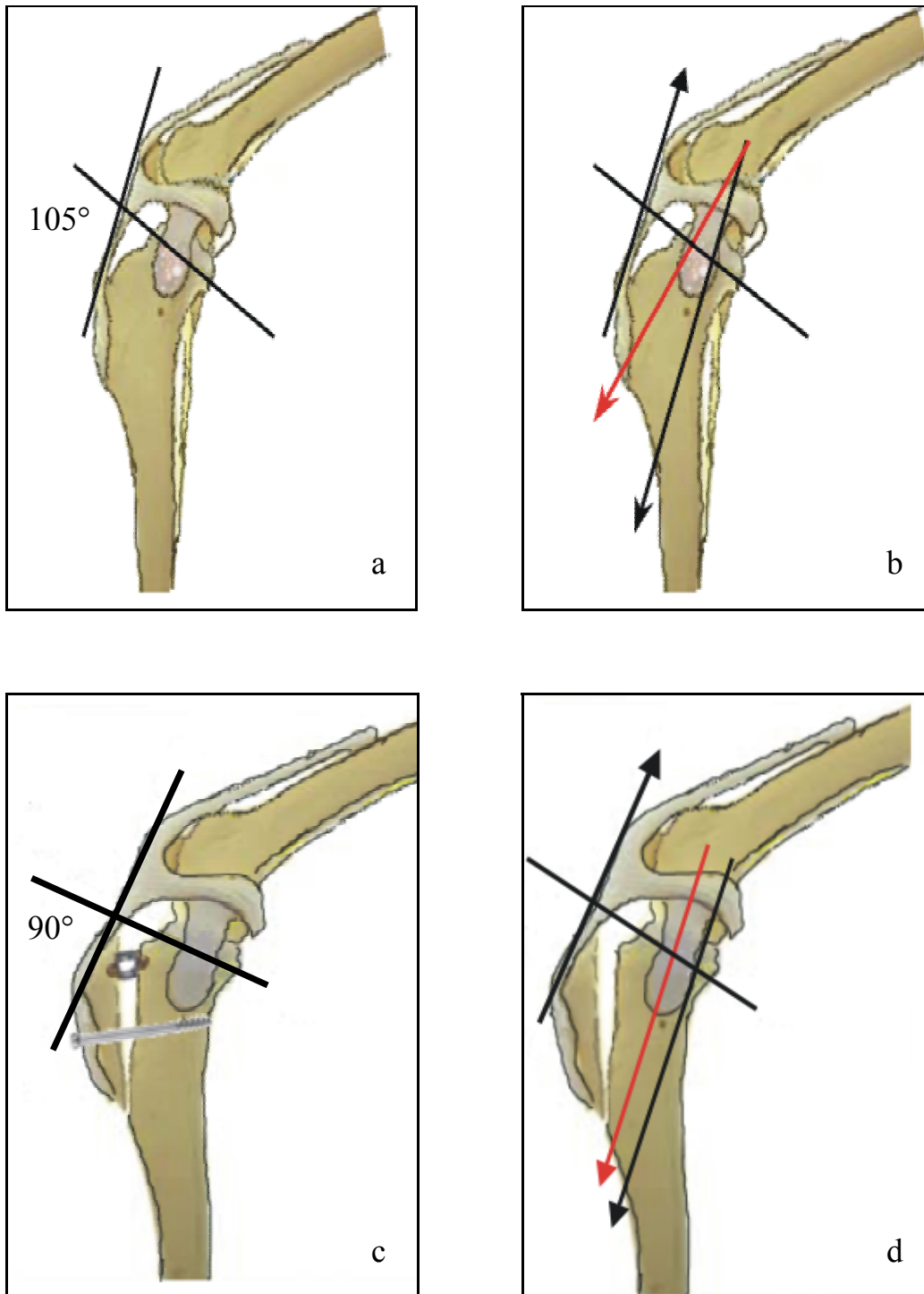


Figura 10 – Esquema demonstrando as forças atuantes na articulação do joelho antes e após o avanço da tuberosidade tibial. (a) Ângulo de inclinação do tendão patelar em relação ao platô tibial; (b) Vetor resultante da inclinação do tendão patelar em um ângulo de 105°; (c) Ângulo de inclinação do tendão patelar em relação ao platô tibial após avanço da tuberosidade tibial; (d) Vetor resultante após o emprego da técnica de TTA modificada.

5.3 Resistência mecânica dos espécimes

O comportamento dos espécimes dos grupos 1 (operado) e 2 (controle), em conjunto, estão na Figura 11 e os gráficos individuais de cada um estão dispostos no Apêndice 1. No espécime 2 do grupo 1 ocorreu fratura oblíqua curta na diáfise tibial (Figura 12a e 12b). Esse apresentou valores de força máxima suportada (46 N), resiliência ($0,17 \times 10^{-3}$ J) e rigidez ($12,26 \times 10^3$ N/m) discrepantes em relação ao grupo e, por isso, foi excluído da análise estatística. Os outros nove espécimes do grupo 1 apresentaram como mecanismo de falência durante o teste de resistência mecânica, a avulsão da tuberosidade tibial em seu ponto de contato com a diáfise, ocorrendo arrancamento dos implantes à tração (Figura 12c).

Apesar dos espécimes 6 e 7 do grupo operado apresentarem valores de resistência máxima, resiliência e rigidez superiores aos demais integrantes do grupo, os mesmos não foram considerados discrepantes à avaliação estatística. Seis espécimes do grupo 2 apresentaram valores de resistência superiores à carga máxima (1900 N) suportada pelas células de força. Esse pico de força foi utilizado para o cálculo da média no grupo 2 (controle). Nos outros 4 espécimes, foi observada falência no ponto de inserção do tendão patelar na tuberosidade tibial. A força máxima média suportada pelos espécimes no grupo 1 foi de 650 N, ao passo que no grupo 2 foi de 1625 N (Tabela 6). Foi evidenciada deformação do parafuso de titânio responsável pela fixação caudal do espaçador nos espécimes 1 e 7 (Figura 12d), e discreta deformação do parafuso utilizado para estabilizar a tuberosidade tibial no espécime nº 6.

Na Tabela 7 estão os pesos corpóreos dos animais após eutanásia, e na tabela 8 estão descritos os valores de carga máxima suportada pelos espécimes do grupo 1 (operado) e os respectivos valores estimados de pico de força vertical no membro pélvico. Os valores calculados de resiliência ($G1 = 7,03 \times 10^{-3}$ J; $G2 = 7,33 \times 10^{-3}$ J) e rigidez ($G1 = 40 \times 10^3$ N/m; $G2 = 167 \times 10^3$ N/m) estão dispostos nas Tabelas 9 e 10. As Figuras 13, 14, 15 e 16 demonstram respectivamente a

representação gráfica da análise estatística da carga máxima suportada, resiliência, rigidez e estimativa do pico de força vertical no membro pélvico.

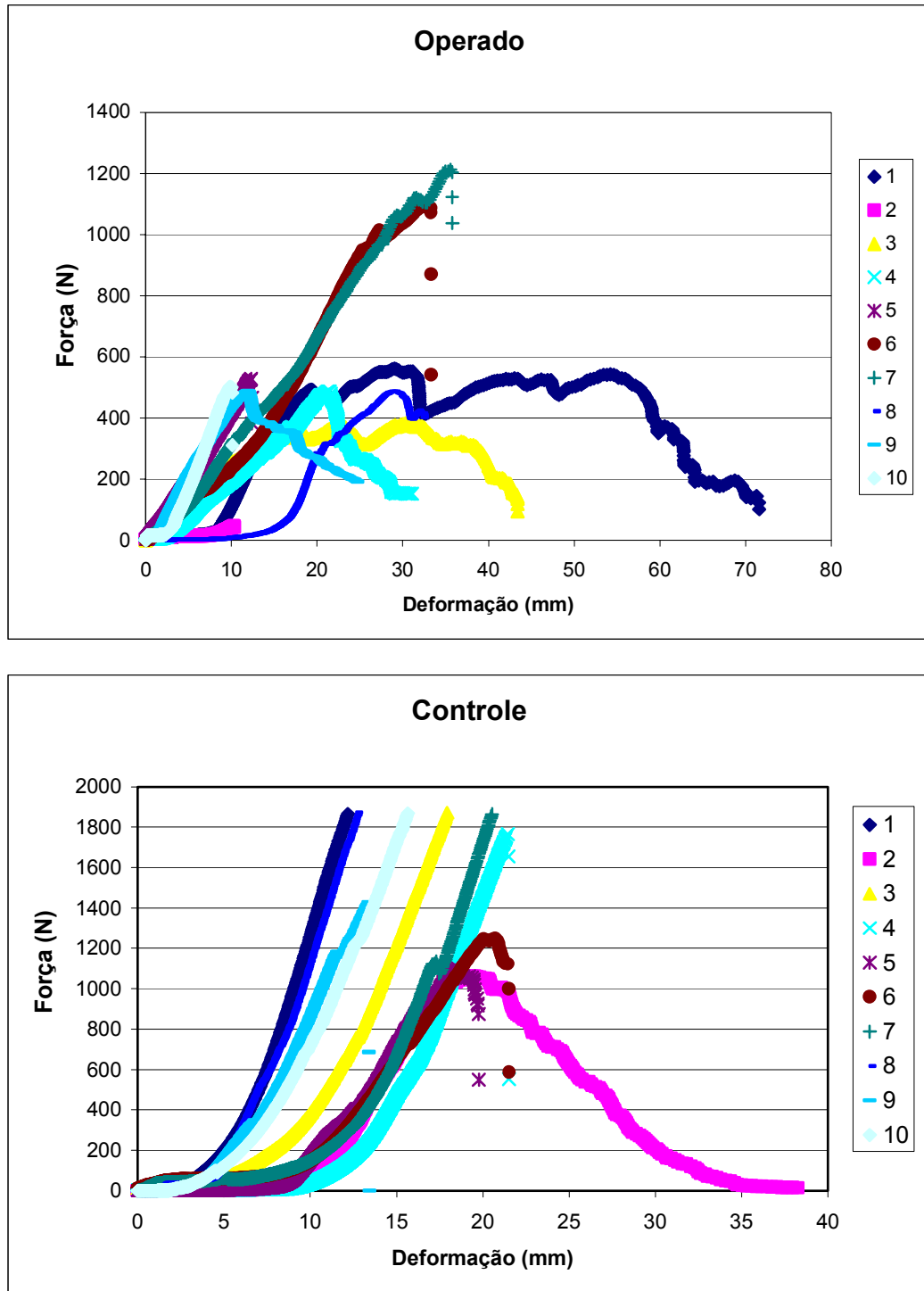


Figura 11 – Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 1 (operado) e grupo 2 (controle).



Figura 12 – (a) Fratura da diáfise tibial (seta) como mecanismo de falência no espécime 2. b) Imagem radiográfica do mesmo espécime após o emprego da técnica de TTA modificada, evidenciando osteotomia com posicionamento caudal (seta) em relação ao ideal. (c) Espécime 5, demonstrando como mecanismo de falência a avulsão da tuberosidade tibial em sua porção proximal (seta). (d) Parafuso estabilizador do espaçador na porção caudal com deformação plástica após emprego de carga máxima.

Tabela 6 - Valores de carga máxima (N) suportada pelos espécimes dos grupos 1 (operado) e grupo 2 (controle).

Espécimes (n°)	Operado	Controle
1	572	1903
2	46	1083
3	391	1908
4	497	1798
5	538	1124
6	1117	1271
7	1236	1900
8	495	1909
9	497	1454
10	512	1904
Média	650	1625
DP	±303	±352

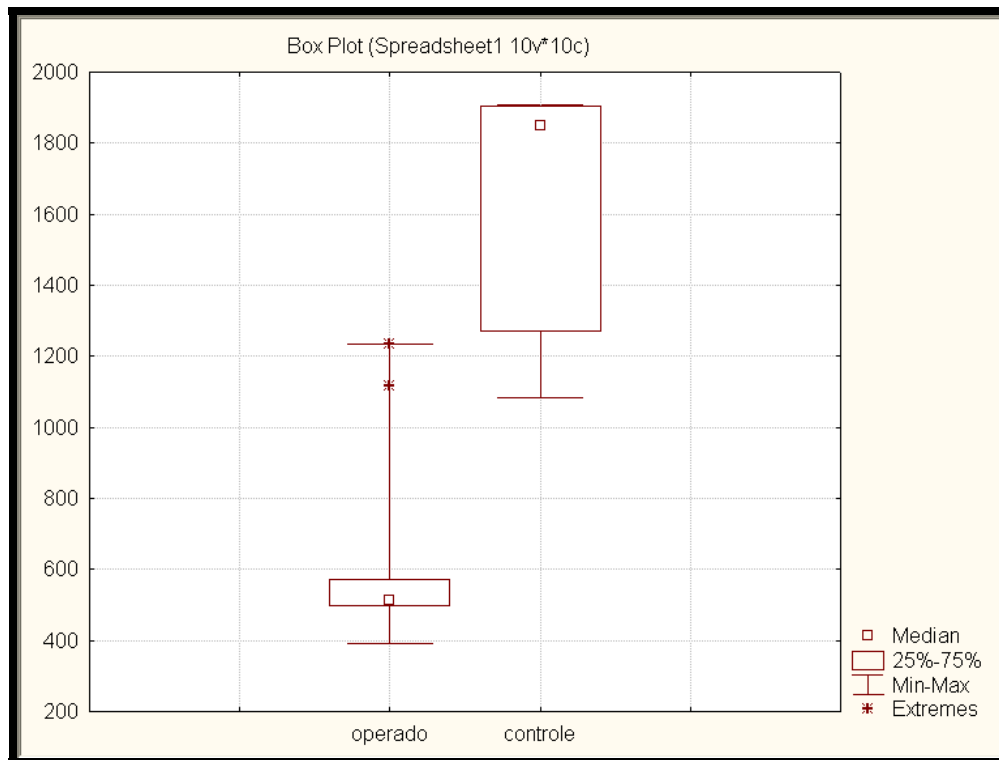


Figura 13 - Representação gráfica da análise estatística da carga máxima (em Newtons) suportada pelos espécimes dos grupos 1 (operado) e 2 (controle).

Tabela 7 – Peso corpóreo dos cães após a eutanásia (kg).

Cão	Peso corpóreo
1	26
2	25
3	25
4	26
5	30
6	30
7	28
8	28
9	30
10	30
Média	27,8
DP	±2,15

Tabela 8 - Valores de carga máxima (N) suportada pelos espécimes do grupo 1 (operado) e valor correspondente a 110% do pico de força vertical estimado (PFVE).

Espécimes (n°)	Operado	PFVE
1	572	286
2	46	275
3	391	275
4	497	286
5	538	330
6	1117	330
7	1236	308
8	495	308
9	497	330
10	512	330
Média	650	309
DP	±303	22

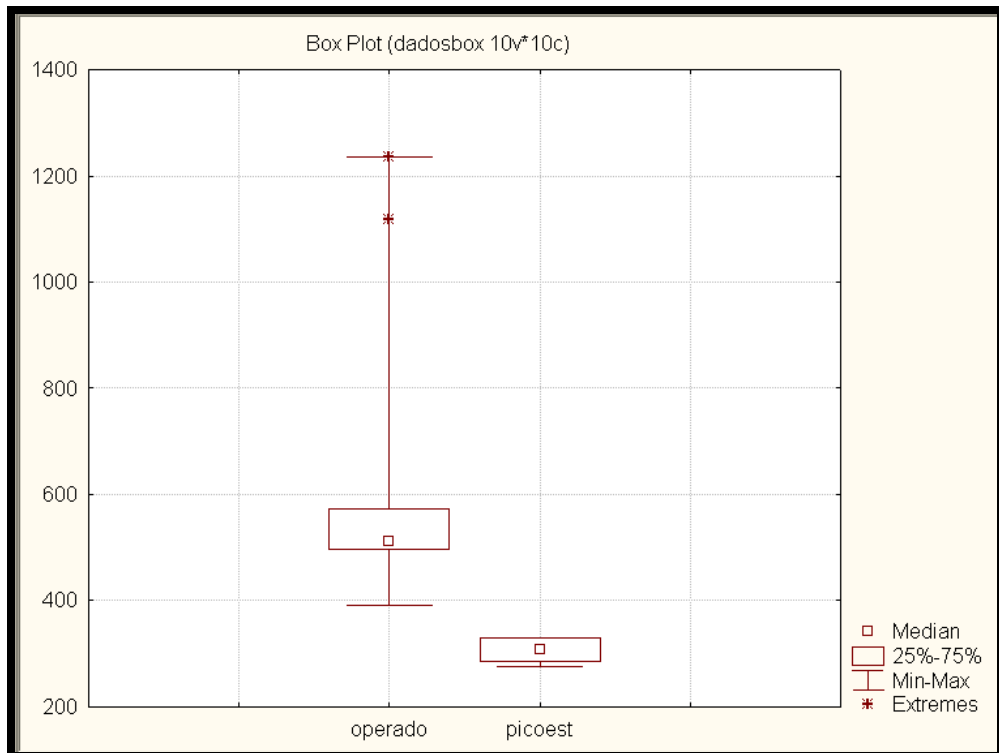


Figura 14 - Representação gráfica da análise estatística da carga máxima suportada pelos espécimes dos grupos 1 (operado) e pico de força vertical estimado do membro pélvico.

Tabela 9 - Valores de resiliência ($\times 10^{-3}$ J) dos espécimes dos grupos 1 (operado) e grupo 2 (controle).

Espécimes (n°)	Operado	Controle
1	3,59	6,92
2	0,17	6,39
3	3,49	9,40
4	4,87	7,98
5	3,13	2,45
6	17,83	8,10
7	21,42	9,11
8	3,93	7,34
9	2,98	6,43
10	2,04	9,18
Média	7,03	7,33
DP	$\pm 7,23$	$\pm 2,04$

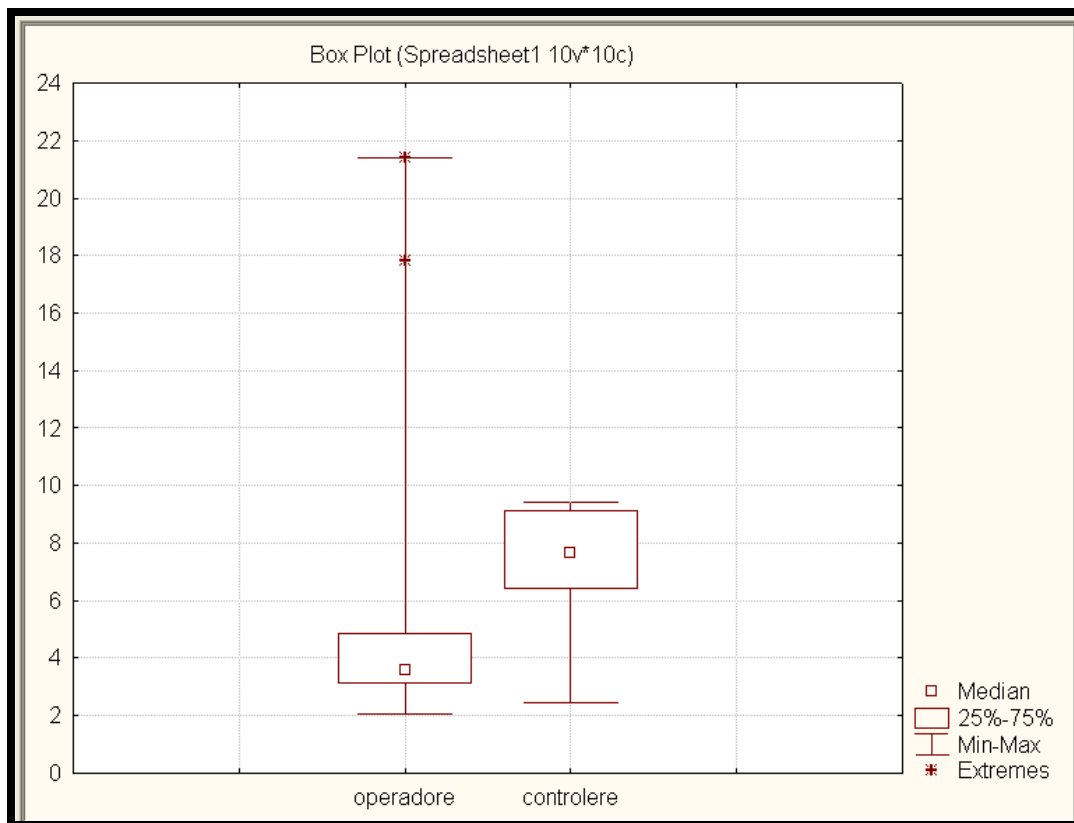


Figura 15 - Representação gráfica da análise estatística da resiliência dos espécimes dos grupos 1 (operado) e 2 (controle).

Tabela 10 - Valores de rigidez ($\times 10^3$ N/m) dos espécimes dos grupos 1 (operado) e grupo 2 (controle).

Espécimes (n°)	Operado	Controle
1	46	260
2	12	124
3	22	190
4	25	175
5	42	104
6	35	112
7	35	162
8	37	219
9	47	148
10	69	174
Média	40	167
DP	± 14	± 49

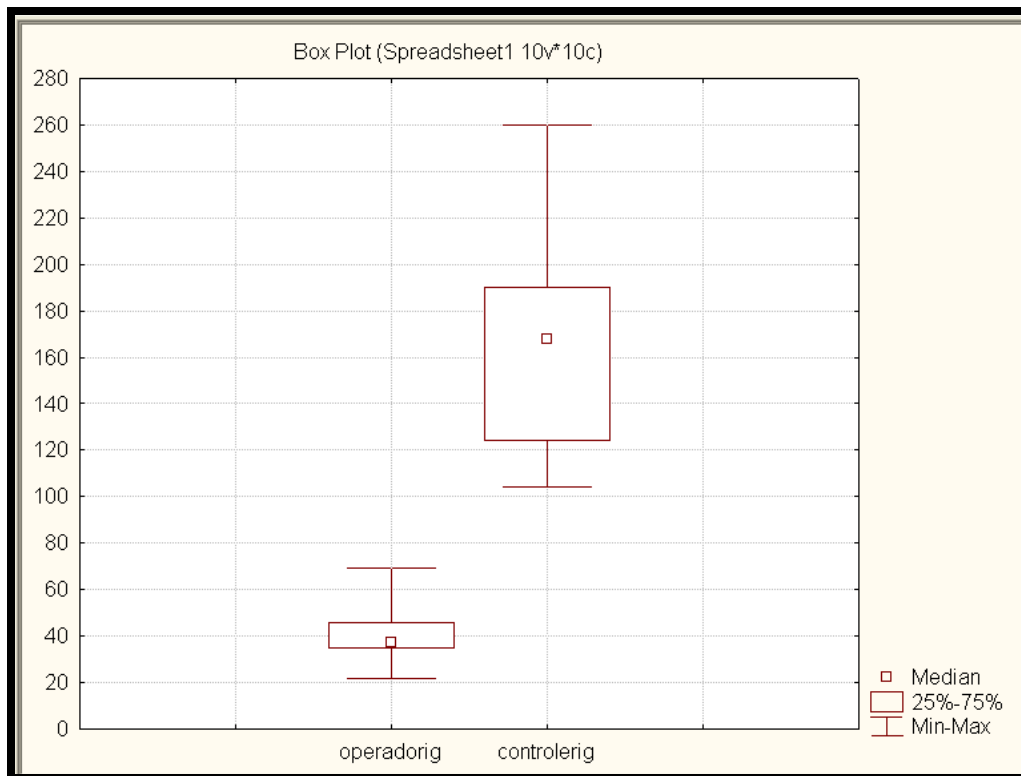


Figura 16 - Representação gráfica da análise estatística da rigidez dos espécimes dos grupos 1 (operado) e 2 (controle).

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

6.1 Desmotomia do LCCr (Momento 2)

Apesar de o LCCr ter por funções a restrição do deslocamento tibial cranial, o controle da rotação interna da tíbia durante a flexão e a contraposição a hiper-extensão articular (PAYNE e CONSTANTINESCU, 1993; MOORE e READ, 1995; INNES e BARR, 1998), a maioria dos testes utilizados para diagnóstico de sua ruptura visam à indução de movimento de translação cranial da tíbia (DUVAL et al., 1999; VASSEUR, 2003; PALMER, 2005). No presente experimento, a avaliação clínica após a desmotomia do LCCr (momento 2) incluiu os testes de gaveta cranial e compressão tibial (MOORE e READ, 1996; SLOCUM e SLOCUM, 1998; PALMER, 2005), que foram fortemente positivos em todos os membros, visto tratarem-se de lesões agudas induzidas em cadáveres frescos. Contudo, em casos crônicos pode ocorrer falso negativo devido à fibrose periarticular e contração muscular (VASSEUR, 2003).

Por sua vez, avaliação radiográfica da articulação do joelho em incidência mediolateral sob estresse, como preconizada por de Rooster e van Bree (1999a, b), demonstrou ser método eficiente de detecção da instabilidade articular após a desmotomia do LCCr, quando comparada ao exame em posição neutra. Segundo Reif et al. (2002), ao se promover a contração do músculo gastrocnêmio ocorre a compressão da tíbia entre o tarso e os côndilos femorais, simulando a sustentação de peso no joelho. Adicionalmente, ao contrário dos testes clínicos, foi possível estabelecer uma quantificação objetiva do deslocamento tíbio-femoral (SCAVELLI et al., 1990; KORWICK et al., 1994; INNES e BARR, 1998; de ROOSTER et al., 1998). Embora pela legislação brasileira não haja restrições, como este tipo

de avaliação radiográfica requer exposição do profissional à radiação, alguns países proíbem a sua utilização (de ROOSTER e van BREE, 1999c).

Para a mensuração do deslocamento tibial, de Rooster e van Bree (1998) preconizaram a utilização de uma escala milimetrada impressa em folha de acetato a ser sobreposta à imagem radiográfica, considerado método eficaz em casos clínicos. Por ser possível no presente estudo a determinação do controle com a tibia em posição neutra (momento 1), optou-se pela sobreposição de imagens com auxílio de software específico. Essa análise permitiu a visibilização direta e quantificação do deslocamento tibial nos momentos subseqüentes.

Após a desmotomia do LCCr, os valores do deslocamento cranial da tibia obtidos das imagens radiográficas da articulação do joelho sob estresse foram em média 13,7 (\pm 3,46 mm). Por sua vez, Warzee et al. (2001) detectaram valores médios de 18,9 (\pm 3,4mm) ao empregarem um sistema de simulação das forças em espécimes que continham os restritores passivos da articulação e tecidos moles distais à articulação talocrural. Isto sugeriu que com sobrecarga fisiológica, o deslocamento cranial pode ser superior ao observado em estudos radiográficos sob estresse.

Deve ser enfatizado que a avaliação radiográfica sob estresse, apesar de sua alta eficácia, pode não ser diagnóstica em casos de rupturas parciais ou em processos crônicos (SCAVELLI et al., 1990; HART et al., 2003; VASSEUR, 2003). Neste último, a aparente estabilidade articular pode ser decorrente da formação de fibrose periarticular (KORWICK et al., 1994). Em tais situações, a artroscopia constitui a principal ferramenta auxiliar para o diagnóstico, por promover ótima visibilização das estruturas intra-articulares e ser pouco invasiva (BUBENIK et al., 2002; HOELZLER et al., 2004; SCHERRER et al., 2005). Outras opções seriam a ultra-sonografia da articulação do joelho que, no entanto, apresenta baixa especificidade (REED et al., 1995; KRAMER et al., 1999; GNUDI e BERTONI, 2001; MAHN et al., 2005; SEONG et al., 2005) e a ressonância magnética, método bastante utilizado na medicina humana, porém com custo muito elevado para a medicina veterinária e disponível somente em centros especializados

(WIDMER et al., 1991; MOORE e READ, 1996; BAIRD et al., 1998; BANFIELD e MORRISON, 2000; MAHN et al., 2005).

Segundo Slocum e Devine (1983), a extensão do joelho é limitada a 148° , mas após ruptura do LCCr há um aumento de 12° . Fato similar foi observado no presente experimento, visto que pela avaliação goniométrica ocorreu aumento de 16° da amplitude da articulação do joelho após a desmotomia do LCCr, conseqüente a uma maior extensão (9°) e flexão (7°). Como citado por Payne e Constantinescu (1993), a integridade deste ligamento é de grande importância na restrição da hiper-extensão e rotação interna durante a flexão articular.

6.2 Determinação dos ângulos do platô tibial e tendão patelar

A partir da descrição do teste de compressão tibial (HENDERSON e MILTON, 1978), Slocum e Devine (1983, 1993, 2000) atribuíram a inclinação do platô tibial como o fator responsável pela força de cisalhamento tibial cranial, ao passo que Modenato et al. (2005) afirmaram ser o tendão patelar o agente primário na produção de instabilidade articular. A técnica de TPLO desenvolvida por Slocum (1993) promove a rotação do platô tibial, de modo a torná-lo perpendicular à diáfise tibial, e com a modificação da geometria articular ocorre a neutralização da força de cisalhamento tibial cranial (HARASEN, 2004; KOWALESKY e McCARTHY, 2004; JERRAM et al., 2005; GALL et al., 2006). Por outro lado, a técnica de TTA induz a estabilização articular por deslocar o ponto de inserção do tendão patelar para uma posição perpendicular ao platô tibial, sem alteração do compartimento articular caudal (DEJARDIN, 2003; MODENATO et al., 2005).

O ângulo do platô tibial estabelecido a partir do exame radiográfico do joelho em flexão de 90° , na incidência mediolateral sob estresse, como recomendado por Dejardin (2003), variou entre 20° e 30° e foi semelhante aos valores descritos na literatura (entre 15° e 30°) (WARZEE et al., 2001; REIF et al., 2002; FETTIG et al., 2003). Para evitar a rotação

dos côndilos femorais e platô tibial, o fêmur e articulação do tarso foram alinhados paralelamente ao chassi radiográfico, já que neste posicionamento, segundo VEZONI (2004a), ocorre menor tensão aos ligamentos colaterais.

No método ora utilizado a determinação do ângulo de inclinação do tendão patelar foi de fundamental importância, porque a partir dele é estabelecida a distância de avanço da tuberosidade tibial, de modo a tornar o tendão patelar perpendicular ao platô tibial e paralelo à diáfise tibial, e assim, neutralizar a força de cisalhamento tibial cranial (TEPIC, 2006). O posicionamento em menor grau de extensão da articulação do joelho resulta em subestimação do grau de inclinação do tendão patelar (GUERRERO, 2003) e, aplicação de espaçador de largura inferior ao necessário. Desta forma, o ângulo de inclinação do tendão patelar após emprego da técnica de TTA será maior que 90° , a força de cisalhamento tibial cranial não será neutralizada e ocorrerá manutenção da instabilidade articular (MONTAVON et al., 2002).

Para obtenção do ângulo de inclinação do tendão patelar, utilizou-se a incidência mediolateral sem estresse, com a articulação do joelho em extensão de 140° , conforme indicado por Tepic e Montavon (2004). Também, como referido por Montavon et al. (2002), observou-se que a sobreposição dos côndilos femorais e a ausência de rotação da porção proximal da tibia foram necessárias para a correta identificação do platô tibial e da borda cranial do tendão patelar.

Sete membros apresentaram ângulo de inclinação do tendão patelar de 100° antes e após a desmotomia do LCCr, confirmando o adequado posicionamento radiográfico. Em três espécimes foram constatadas diferenças com subestimação entre os ângulos nos momentos 1 (LCCr intacto) e 2 (após desmotomia do LCCr). Nos membros 1 e 5 o ângulo foi 105° e 100° respectivamente no momento 1 e, no momento 2 de 100° e 95° , ao passo que no membro 3 o ângulo foi de 115° no momento 1 e, 105° no momento 2. No entanto, todos os valores foram semelhantes aos observados por Hoffman et al. (2006), em cães apresentando ruptura do

LCCr (média = 100 graus). Essas variações podem ser atribuídas à variabilidade intrínseca do método.

Apesar de no presente experimento terem sido determinados os ângulos de inclinação do platô tibial, em todos os membros dos grupos operado e controle, não foi obtida nenhuma correlação entre esses e os ângulos do tendão patelar. Vale referir que embora a influência do ângulo de inclinação do platô tibial na fisiopatologia da ruptura do ligamento cruzado cranial esteja bem estabelecida (HENDERSON e MILTON, 1978; SLOCUM e DEVINE, 1983; MORRIS e LIPOWITZ, 2001; DEJARDIN, 2003; GALL et al., 2006), ainda são escassos os estudos com objetivo de esclarecer o papel do ângulo de inclinação do tendão patelar na instabilidade articular (MODENATO et al., 2005). Desta forma, experimentos utilizando cães naturalmente acometidos por ruptura do LCCr seriam importantes para confirmar, ou não, a relação entre essas duas medidas e, conseqüentemente, indicar fatores determinantes para escolha da técnica cirúrgica a ser empregada na sua correção.

6.3 Procedimentos na técnica de TTA modificada

Para determinar a largura do espaçador a ser utilizado para o avanço da tuberosidade tibial, foi elaborada escala baseada no modelo descrito por Guerrero (2003), constituída por uma linha horizontal e uma seqüência de quatro linhas paralelas entre si e, perpendiculares à primeira. A primeira linha correspondeu aos pontos determinantes do tendão patelar e, as outras três, representaram as distâncias de 3, 9 e 12 cm. A escala foi essencial na escolha do espaçador, já que não foi obtida correlação entre o peso do cão e a largura do implante. Como exemplo, nos cães 4 (26 kg) e 7 (28 kg), ambos com ângulos iniciais de 100°, foram utilizados respectivamente implantes de 12 e 6 mm e, ambos tiveram ângulos de 90° no momento 3 (após emprego da técnica de TTA). Dessa forma, a avaliação radiográfica pré-operatória individual, com base na conformação tibial e

ângulo do tendão patelar, provavelmente seja a melhor maneira para determinar a largura do implante a ser empregado.

O posicionamento do animal em decúbito dorsal, ligeiramente rotacionado e com o membro a ser operado apoiado na mesa, similar ao indicado por Guerrero (2003), resultou em acesso adequado para artrotomia e abordagem à face medial da tíbia, sem necessidade de reposicionamento no trans-operatório. Com isto reduz-se o tempo cirúrgico e evita-se possível contaminação decorrente do manuseio do animal.

Na técnica de TTA original é preconizada a osteotomia em duas etapas para manutenção do alinhamento ósseo (GUERRERO, 2003). Inicialmente realiza-se a osteotomia distal e, após a fixação parcial da placa, essa é completada em direção proximal (MONTAVON et al., 2002). No presente experimento, em virtude da característica dos implantes utilizados, foi necessária a osteotomia em uma única etapa. No entanto, o uso de uma garra óssea para a estabilização temporária da tuberosidade tibial, tanto no momento da realização do orifício como na posterior inserção do parafuso, permitiu a manutenção do alinhamento.

A principal alteração da técnica ora proposta foi a substituição do sistema de fixação. Originalmente este se compõe por uma placa de titânio de formato especial, intercambiável para o membro direito e esquerdo. A placa é fixada por ganchos em sua porção proximal e parafusos em sua porção distal. Os ganchos ósseos são de números variáveis (de 3 a 8 orifícios) e proporcionais ao tamanho dos implantes e, para evitar a fratura da tuberosidade tibial, precisam ser aplicados em pontos pré-determinados. A perfuração dos orifícios para estabilização da porção distal da placa obedece a geometria particular do implante. Contudo, se os parafusos forem fixados fora do centro da diáfise tibial resultará em menor resistência. Também se deve atentar para a necessidade de modelagem da placa, de modo que, esta mantenha estreito contato com a tíbia proximal. Devido à especificidade do instrumental e detalhes técnicos, os idealizadores do método têm recomendado que, antes da utilização em casos clínicos, os profissionais devem participar em cursos de treinamento por eles

ministrados (GUERRERO, 2003). Essa prática, além de restringir a propagação do conhecimento, limita a realização de estudos sobre a técnica.

Visando o desenvolvimento de implantes de fácil confecção e aplicação, com custo menos elevado, o presente experimento avaliou a substituição da placa e ganchos por um parafuso cortical de aço inoxidável, porém, com a manutenção do espaçador de titânio. Embora mais simples, a modificação também exigiu alguns cuidados técnicos, especialmente durante a aplicação do parafuso. Para evitar fissuras ou fraturas da tuberosidade tibial, efetuou-se uma ampliação progressiva do orifício para inserção do parafuso. Este foi inicialmente perfurado com broca de menor calibre com guia, que foi progressivamente substituída por outras de maior calibre. Essa estratégia permitiu bons resultados, uma vez que nenhum dos membros apresentou qualquer sinal de lesão óssea decorrente da forma de inserção do parafuso. Entretanto, vale citar que quanto menor o porte do cão, maior o risco de fissura da tuberosidade tibial no momento da perfuração.

A técnica de anteriorização do tubérculo tibial (osteotomia de Maquet), empregada em pacientes humanos para aliviar a pressão retropatelar e a dor decorrente da osteoartrose patelofemoral (MAQUET, 1976), é utilizada por alguns cirurgiões com princípio de estabilização similar ao do presente estudo. Geralmente se preserva o ponto de inserção dos tecidos moles na extremidade distal da osteotomia e, o avanço, é realizado com uso de parafuso cortical e enxerto cortical alógeno (MAQUET, 1976). Apesar deste último ter a mesma função do espaçador, há citações de migração em um significativo número de pacientes (MENDES et al., 1987). Por causa desta complicação e, como no cão faz-se necessária uma fixação mais rígida, em virtude da dificuldade de restrição de movimentos no pós-operatório (TAYLOR, 2005), optou-se por sua não utilização.

A consolidação do defeito ósseo, criado após a osteotomia e avanço da tuberosidade tibial, é essencial para o sucesso da técnica (GUERRERO, 2003). Na TTA original esta ocorre entre 6 e 8 semanas e, segundo os idealizadores do método, o defeito ósseo precisa estar preenchido por enxerto ósseo esponjoso autólogo fresco colhido da porção proximal da tíbia do membro operado (TEPIC et al., 2002; TEPIC e

MONTAVON, 2004; MODENATO et al., 2005). Por sua vez, Taylor (2005) sugeriu que, em sua experiência com o método, o enxerto pode não ser necessário devido à anatomia e conseqüente padrão de consolidação óssea no local. Por tratar-se o presente experimento, de estudo *ex vivo*, a influência da enxertia óssea não pôde ser elucidada. No entanto, em caso de utilização de enxerto esponjoso autólogo na técnica de TTA modificada, seria mais prudente que a colheita fosse efetuada em outro osso, para evitar o enfraquecimento da região proximal da tibia, a despeito do aumento do tempo cirúrgico.

Para a obtenção de cobertura dos implantes na face medial da tibia, foi necessária a secção parcial do tendão do músculo semitendinoso, como na TTA original (MONTAVON et al., 2005). Em relação à sutura de pele, não foi observada tensão na ferida cirúrgica tanto com a técnica originalmente descrita por Montavon et al. (2002) como pela TTA modificada, ao contrário das complicações de necrose cutânea freqüentemente descritas com o procedimento de Maquet (MENDES et al., 1987). As diferenças podem estar relacionadas ao fato do cão possuir uma pele com alto grau de elasticidade e, a distância necessária para o avanço da tuberosidade (12 mm no máximo) no tratamento da ruptura do LCCr ser proporcionalmente menor que a usada em pacientes humanos (até 3 cm) na terapia da dor patelar decorrente de osteoartrose (NAKAMURA et al., 1985).

6.4 Avaliações ortopédicas, goniométricas e radiográficas da articulação do joelho após a técnica de TTA modificada

Após o avanço da tuberosidade tibial, o ponto de inserção do tendão patelar deve ficar posicionado perpendicularmente ao platô tibial (TEPIC et al., 2002; TEPIC, 2006), fato constatado pelo exame radiográfico em sete, dos 10 cães avaliados no presente estudo. Segundo Chandler et al., (2006), este posicionamento promove a neutralização do cisalhamento tibial cranial, por alterar a ação da musculatura do quadríceps, tornando

mais eficiente o braço de alavanca do tendão patelar e, aumentando o torque da musculatura extensora.

No momento 3, após o emprego da TTA modificada, todos os membros apresentaram movimento de gaveta cranial positivo e teste de compressão tibial negativo. Isto está de acordo com o princípio mecânico da técnica que, segundo Tepic (2006), promove a estabilização articular dinâmica. Entretanto, no exame radiográfico sob estresse visibilizou-se em seis membros o deslocamento cranial entre 1 e 7mm. Da mesma forma, Falcis et al. (2006) ao avaliarem a TTA, *in vitro*, notaram instabilidade craniocaudal de 7,3 mm em membros testados em dispositivo especial, de modo a simular a fase de sustentação de peso durante a locomoção. Provavelmente o fato esteja relacionado ao uso de cadáveres, uma vez que a força de cisalhamento tibial cranial é minimizada pelo balanceamento entre o grupo muscular quadríceps e o mecanismo flexor, e a ausência de instabilidade da articulação é dependente da ação plena desses músculos durante a locomoção (DEJARDIN, 2003; FALCIS et al., 2006).

Por outro lado, vale citar que Vezzoni (2006), ao avaliar clinicamente cães portadores de ruptura do LCCr após o emprego da TTA, observou a permanência de instabilidade craniocaudal em um animal com platô tibial de 27°, que apresentava teste de compressão tibial acentuadamente positivo. O mesmo fato foi constatado no membro 3, cujo ângulo de inclinação do platô tibial foi de 28° e, após o emprego da TTA modificada apresentou deslocamento tibial de 7 mm, superior aos demais (0 a 3 mm).

A super-redução do ângulo do tendão patelar em relação ao platô tibial (86° a 88°), ocorrida nos membros 5, 6 e 10, foi associada à disponibilidade limitada em dimensões dos espaçadores ora utilizados (ROMEO et al., 2005). Vale referir que esses espécimes juntamente com o membro 9, não apresentaram qualquer grau de deslocamento tibial cranial à avaliação radiográfica após o emprego da técnica de TTA modificada. Nos demais membros que tiveram o ângulo de inclinação do tendão patelar de 90°, apesar da redução evidente na instabilidade articular, ainda possuíam entre 0 e 3 mm de deslocamento cranial. Esse fato confirma a hipótese de

que a super-redução pode ser preferível a sub-redução, como preconizado por TEPIC et al. (2002).

Em nenhum dos espécimes testados foi evidenciado pelo exame radiográfico, posicionamento distal da patela no sulco troclear. Isso confirmou que a translação cranial da crista da tíbia foi realizada tendo a patela como centro (GUERRERO, 2003). Esse avanço da tuberosidade, como sugerido por Montavon et al. (2002), deve atenuar a pressão retropatelar e, conseqüentemente, aliviar a condromalácia do sulco troclear.

Pelo exame goniométrico, o ângulo de extensão máxima do joelho após a técnica de TTA modificada foi 5% menor em relação ao momento anterior, ou seja, após a desmotomia do LCCr e similar ao momento 1 (LCCr intacto), comprovando que o procedimento cirúrgico não interferiu na amplitude normal de movimento da articulação do joelho. Esse é um aspecto bastante positivo da técnica quando comparada aos procedimentos intra e extra-articulares (de ANGELIS e LAU, 1970; JOHNSON et al., 1989; DUPUIS e HARARI, 1993; DUPUIS et al., 1994; LAMPMAN et al., 2003; VASSEUR, 2003; HAYASHI et al., 2004; MUIR et al., 2005).

Outra vantagem referida ao avanço da tuberosidade tibial é a menor probabilidade de ocorrer alterações na superfície intra-articular caudal da tíbia (ELKINS, 1991; MONTAVON et al., 2002), visto a osteotomia ser efetuada em região onde não há suporte de peso e a liberação do menisco medial ser desnecessária. Conseqüentemente, o centro instantâneo do movimento permanece inalterado e a biomecânica articular fica preservada (GERBER e MATTER, 1983; MITTON et al., 1991; PATTERSON et al., 1991; MONTAVON et al., 2002; TEPIC, 2006). Esses fatores provavelmente contribuirão para a redução da progressão da doença articular degenerativa e menor taxa de complicações associadas a outros procedimentos para alteração da biomecânica articular, como o nivelamento do platô tibial ou a ressecção tibial em cunha (SLOCUM e DEVINE, 1984; KORWICK et al., 1994; SLOCUM e SLOCUM, 2000; TEPIC et al., 2002).

Como a técnica de TTA permite compressão das superfícies articulares e neutralização da força de cisalhamento tibial cranial, o LCCr

torna-se desnecessário (REIF et al., 2002; WHEELER et al., 2002; MODENATO et al., 2005). Entretanto, a magnitude das forças envolvidas precisaria ser avaliada, para se evitar um maior estresse à cartilagem articular, uma vez que a técnica promove estabilização somente no plano sagital e a rotação interna excessiva não é controlada (FALCIS et al., 2006). Uma opção seria a realização de estudos para determinar e quantificar as forças envolvidas, empregando sensores de pressão posicionados nos meniscos e tendão patelar, como utilizado por Warzee et al. (2001).

6.5 Estudo biomecânico e complicações da técnica de TTA modificada

Para determinar a viabilidade biomecânica da técnica de TTA modificada, optou-se pela comparação dos resultados com os valores de força aplicada ao membro, como sugerido por Vida et al. (2005). Para tanto, foram estimados os picos de força vertical no membro pélvico de todos os cães, com base no peso corpóreo após a eutanásia (EVANS et al., 2005).

Vários estudos citaram que, em cães saudáveis, o membro pélvico durante a locomoção atinge uma força em torno de 100% do peso corpóreo (CONZEMIUS et al., 2005). Sendo assim, para a realização do ensaio mecânico do presente experimento atribuiu-se um valor arbitrário de 110% do peso corpóreo como força estimada ao membro pélvico, considerado como limite mínimo para a resistência dos sistemas. Como essa força é reduzida em cães com ruptura espontânea do LCCr (BALLAGAS et al., 2004), o valor permitiu boa margem de segurança.

A rigidez dos espécimes do grupo 1 (operado) foi 40% dos valores obtidos nos espécimes do grupo 2 (controle). Apesar dessa diferença, todos os membros do grupo 1 (operado), com exceção do espécime 2, apresentaram valores de carga máxima suportada (651 ± 303 N) superiores à estimativa do pico de força vertical no respectivo membro pélvico (309 ± 22 N). Também quando comparado aos valores de 1N/kg descritos por Innes (2006) como a força craniocaudal imposta ao LCCr

intacto, a carga suportada demonstrou ser suficiente para manutenção da estabilidade articular. Dessa forma, comprovou-se a viabilidade da fixação da tuberosidade tibial por um parafuso craniocaudal e espaçador.

Reforça estes achados a resiliência (capacidade de absorção de energia) dos espécimes do grupo operado, com valores similares aos do grupo 2 (controle). Segundo Tepic (2006), o espaçador transfere a força gerada pelo tendão patelar na tuberosidade tibial para a tíbia proximal, além de proporcionar suporte caudal da tuberosidade tibial. Além disso, a fixação do mesmo por parafusos na tuberosidade tibial e porção caudal da tíbia proximal contribui para a resistência do conjunto.

O parafuso inserido em sentido craniocaudal promoveu leve grau de compressão interfragmentar e contribuiu para a estabilização da osteotomia. De acordo com Rue (2003), o parafuso cortical com rosca parcial negativa apenas na extremidade, como empregado no presente experimento, tem maior resistência e aumenta o contato ósseo, quando comparado ao parafuso cortical com rosca em toda extensão. Essas características puderam ser confirmadas, já que somente o espécime 6 apresentou deformidade do parafuso estabilizador.

Os espécimes 6 e 7 apresentaram valores de resistência máxima maiores do que os outros espécimes do grupo 1 e similares ao grupo 2. A resiliência desses espécimes foi superior a todos os outros valores obtidos, inclusive quando comparada aos integrantes do grupo 2 (controle). Provavelmente as diferenças estejam associadas ao porte físico dos cães, embora o peso corpóreo tenha sido similar aos demais integrantes do estudo.

Vale referir que foi testado o mecanismo de torque em flexão e extensão, porém a influência da rotação não foi estabelecida. Como se trata de técnica que envolve a estabilização ativa da articulação, por meio da dinamização de forças geradas por grupos musculares específicos (MONTAVON et al., 2002), o efeito do tônus muscular pode ter influência considerável nos resultados. Por isso, testes clínicos devem ser considerados como uma próxima etapa para avaliar o efeito da carga repetida na resistência dos implantes e, comprovar a viabilidade do método.

As complicações com a técnica da TPLO, tais como fratura da tuberosidade tibial (PACHIANNA et al., 2003; PRIDDY et al., 2003) e tenosinovite patelar (KERGOSIEN et al., 2004), parecem ocorrer com mais frequência do que as verificadas com a TTA. Dentre essas, a mais citada é a fratura da tuberosidade tibial (MONTAVON et al., 2002), seguida pelo posicionamento intra-articular dos parafusos do espaçador, migração e exposição dos implantes (TAYLOR, 2005; HOFFMAN et al., 2006). A fratura tibial, detectada apenas no espécime 2, pode estar associada à localização da osteotomia da tuberosidade tibial, que apresentou direcionamento proximal em um ponto caudal à borda cranial dos meniscos. Este direcionamento é inadequado, visto a possibilidade de lesão aos meniscos e perda do suporte articular caudal, além de enfraquecimento da diáfise tibial. Montavon et al. (2002) também descreveram fratura da tíbia, quando da realização da osteotomia em um ponto distal à junção da tuberosidade com a diáfise tibial.

Em todos os espécimes do grupo 1 (operado) foi confirmada a correta localização dos parafusos de fixação do espaçador e do parafuso craniocaudal. Entretanto, Montavon et al. (2002) descreveram a inserção intra-articular dos implantes em alguns cães durante o emprego da técnica de TTA. Para se evitar tal complicação, na técnica de TTA ora empregada, utilizou-se um pino de Steinman aplicado no ponto proximal da osteotomia para auxiliar na identificação e delimitação das superfícies articulares. Isso permitiu a fixação do espaçador em ponto ligeiramente distal à superfície articular.

6.6 Desmotomia do ligamento cruzado caudal (Momento 4)

Após a desmotomia do cruzado caudal (momento 4), verificou-se em todos os membros, maior grau de instabilidade em comparação ao momento anterior (estabilização articular por meio da técnica de TTA modificada), em virtude da presença de movimento de gaveta caudal. À avaliação na posição radiográfica em estresse, constatou-se o deslocamento

caudal da tíbia ($2,8 \pm 1,2$ mm), indicando dessa forma uma transformação da força de cisalhamento tibial cranial em um componente caudal. Fato similar foi referido por Guerrero (2003) que, após emprego da técnica de TTA em cadáveres, observou no exame radiográfico sob estresse, a redução da distância entre os pontos de origem e inserção do ligamento cruzado caudal e, aumento dos respectivos pontos correspondentes ao ligamento cruzado cranial. Vale citar que, os valores obtidos ($2,8 \pm 1,2$ mm) no presente estudo, foram de menor amplitude quando comparados aos detectados ($8,9 \pm 1,1$ mm) por Warzee et al. (2001), após a transecção dos ligamentos cruzados cranial e caudal em membros pélvicos submetidos à técnica de TPLO e, testados com dispositivo especial, de modo a simular a sustentação de peso.

Apesar de Montavon et al. (2002) sugerirem que seria preferível super-redução à uma sub-redução, os mesmos autores não descreveram a influência da primeira, no ligamento cruzado caudal. De acordo com Apelt et al. (2006), a magnitude da transformação da força de cisalhamento é diretamente proporcional à distância de avanço da tuberosidade tibial. Sendo assim, outros estudos seriam importantes para determinar qual a melhor distância de avanço da tuberosidade tibial, com a finalidade de evitar prejuízo aos outros componentes articulares (REIF et al., 2002; WHEELER et al., 2002; ZACHOS et al., 2002; TEPIC, 2006).

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, dentro das condições em que foi realizado este trabalho, permite as seguintes conclusões:

- 1 Os implantes desenvolvidos para a realização da técnica de TTA modificada representam menor custo e maior disponibilidade em relação ao método original.
- 2 A técnica de avanço da tuberosidade tibial modificada, apesar de não eliminar o movimento de gaveta cranial, promove neutralização da força de cisalhamento cranial da tibia após a desmotomia do cruzado cranial.
- 3 Os implantes desenvolvidos, assim como a técnica de aplicação, demonstraram nos testes de resistência mecânica suficiente resistência, compatível às forças normalmente impostas ao membro pélvico de cães durante a locomoção.
- 4 Os testes biomecânicos confirmam a viabilidade do método empregado para fixação da tuberosidade tibial e suportam a realização de estudos clínicos para validação da técnica.

REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS*

APELT D.; KOWALESKI, M.P.; BOUDRIEU, R.J. Effect of tibial tuberosity advancement on cranial tibial Subluxation in canine cranial cruciate-deficient stifle joints: An *in-vitro* experimental study. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado. *Proceedings...Keystone:VOS*, 2006. p.169.

BAIRD, D.K.; HATHCOCK, J.T.; KINCAID, S.A.; RUMPH, P.F.; KAMMERMANN, J.; WIDMER, W.R.; VISCO, D.; SWEET, D. Low-field magnetic resonance imaging of early subchondral cyst-like lesions in induced cranial cruciate ligament deficient dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, Raleigh, .39, n.3, p.167-173, 1998.

BALLAGAS, A.J.; MONTGOMERY, R.D.; HENDERSON, R.A.; GILLETTE, R. Pre- and postoperative force plate analysis of dogs with experimentally transected cranial cruciate ligaments treated using tibial plateau leveling osteotomy. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.33, n.2, p.187-190, 2004.

BANFIELD, C.M.; MORRISON, W.B. Magnetic resonance arthrography of the canine stifle joint: Technique and applications in eleven military dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound*, Raleigh, v.41, n.3, p.200-213, 2000.

BUBENIK, L.J.; JOHNSON, S.A.; SMITH, M.M.; HOWARD, R.D.; BROADSTONE, R.V. Evaluation of lameness associated with arthroscopy and arthrotomy of the normal canine cubital joints. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.31. n.1, p.23-31, 2002.

CHANDLER, J.C.; EGGER, E.L.; SANTONI, B.G.; NANFELT, M.; BOND, L. Effect of tibial plateau leveling on patellar tendon strain and quadriceps tension in cranial cruciate deficient stifles: An *in-vitro* experimental study. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado, *Proceedings...Keystone:VOS*, 2006. p.170.

*UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas. *Normas para publicações da UNESP*. São Paulo: Editora UNESP, 1994. v.2: Referências Bibliográficas. BIOSIS. *Serial sources for the BIOSIS preview database*. Philadelphia, 1996. 468p.

CONZEMIUS, M.G.; EVANS, R.B.; BESANCON, M.F.; GORDON, W.J.; HORSTMAN, C.L.; HOEFLE, W.D.; NIEVES, M.A.; WAGNER, S.D. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.226, n.2, p.232-236, 2005.

COSGAREA, A.J.; SCHATZKE, M.D.; SETH, A.K.; LITSKY, A.S. Biomechanical analysis of flat and oblique tibial tubercle osteotomy for recurrent patellar instability. *Am. J. Sports Med.*, Baltimore, v.27, n.4, p.507-512, 1999.

DAMUR, D.M.; TEPIC, S.; MONTAVON, P.M. Proximal tibial osteotomy for the repair of cranial cruciate deficient stifle joints in dogs. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, Okemos, v.16, p.211-216, 2003.

DAMUR, D.M.; GUERRERO, T.G.; VOSS, K.; TEPIC, S.; MONTAVON, P.M. Tibial tuberosity advancement: Prospective clinical study on 36 dogs with cranial cruciate disease in the stifle. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado. *Proceedings...Keystone: VOS*, 2006. p.77.

de ANGELIS, M.; LAU, R.E. A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.157, n.1, p.79-84, 1970.

DEJARDIN, L.M. Tibial plateau leveling osteotomy. In: SLATTER D. *Textbook of small animal surgery*. 3.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2003. v.2, p.2133-2143.

de ROOSTER, H.; van RYSSSEN, B.; van BREE, H. Diagnosis of cranial cruciate ligament injury in dogs by tibial compression radiography. *Vet. Rec.*, London, v.142, n.14, p.366-368, 1998.

de ROOSTER, H.; van BREE, H. Popliteal sesamoid displacement associated with cruciate rupture in the dog. *J. Small Anim. Pract.*, London, v.40, n.7, p.316-318, 1999a.

de ROOSTER, H.; van BREE, H. Radiographic measurement of craniocaudal instability in stifle joints of clinically normal dogs and dogs with injury of a cranial cruciate ligament. *Am. J. Vet. Res.*, Chicago, v.60, n.12, p.1567-1570, 1999b.

de ROOSTER, H.; van BREE, H. Use of compression stress radiography for the detection of partial tears of the canine cranial cruciate ligament. *J. Small Anim. Pract.*, London, v.40, n.12, p.573-576, 1999c.

DUPUIS, J.; HARARI, J. Cruciate ligament and meniscal injuries in dogs. *Compend. Contin. Educ. Vet. Pract.*, Morrisville, v. 15, n. 2, p. 215-233, 1993.

DUPUIS, J.; HARARI, J.; BLACKLETTER, D.M.; GALLINA, A.M. Evaluation of lateral collateral ligament after fibular head transposition in dogs. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.23, n.6, p.456-465, 1994.

DUVAL, J.M.; BUDSBERG, S.C.; FLO, G.L.; SAMMARCO, J.L. Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.215, n.6, p. 811-814, 1999.

ELKINS, A.D. A retrospective study evaluating the degree of degenerative joint disease in the stifle joint of dogs following surgical repair o anterior cruciate ligament rupture. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, Lakewood, v.27, p.533-539, 1991.

EVANS, R.; HORSTMAN, C.; CONZEMIUS, M. Accuracy and Optimization of Force Platform Gait Analysis in Labradors with Cranial Cruciate Disease Evaluated at a Walking Gait. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.34, n.6, p.445-449, 2005.

FALCIS, C.C.; KAPATKIN, A.S.; GARCIA, T.C.; STOVER, S.M. Effect of tibial tuberosity advancement on passive joint kinematics in the cranial cruciate ligament deficient canine stifle. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado, *Proceedings...Keystone: VOS*, 2006. p.172.

FETTIG, A.A.; RAND, W.M.; SATO, A.F.; SOLANO, M.; McCARTHY, R.T.J.; BOUDRIEAU, R.J. Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament deficient stifle joints. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.32, n.5, p.471-478, 2003.

GALL, T.T.; ROONEY, M.B.; MCABEE, K. Biological tibial plateau leveling in juvenile dogs. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado. *Proceedings...*Keystone: VOS, 2006. p.208.

GERBER, C.; MATTER, P. Biomechanical analysis of the knee after rupture of the anterior cruciate ligament and its primary repair. An instant-centre analysis of function. *J. Bone Joint Surg.*, Boston, v.65-B, n.4, p.391-399, 1983.

GNUDI, G.; BERTONI, G. Echographic examination of the stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, Chicago, v.42, n.3, p.266–270, 2001.

GUERRERO, T.G. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. 2003. Thesis (PhD in Small Animal Surgery) – Vetsuisse Faculty, University of Zurich, Zurich. (Vídeo film).

HARASEN, G. Tibial plateau leveling osteotomy – Part I. *Can. Vet. J.*, Ottawa, v.45, n.6, p.527-528, 2004.

HART, R.C.; HULSE, D.A.; SLATER, M.R. Contribution of periarticular tissue to stabilization of the canine stifle joint after cranial cruciate ligament reconstruction. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, Okemos, v.16, p.21-25, 2003.

HAYASHI, K.; MANLEY, P.A.; MUIR, P. Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: a review. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, Lakewood, v.40, p.385-390, 2004.

HENDERSON, R.; MILTON, J. The tibial compression mechanism: a diagnostic aid in stifle injuries. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, Lakewood, v.14, p.474-478, 1978.

HOELZLER, M.G.; MILLIS, D.L.; FRANCIS, D.A.; WEIGEL, J.P. Results of Arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.33, n.2, p.146–153, 2004.

HOFFMAN, D.; MILLER, J.; OBER, C.; LANZ, O.; MARTIN, R.; SHIRES, P. Short term results of TTA procedures performed in 57 dogs with cranial cruciate ruptures. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado. *Proceedings...Keystone: VOS*, 2006. p.174.

INNES, J.F.; BARR, A.R.S. Clinical natural history of the post surgical cruciate deficient canine stifle joint: year 1. *J. Small Anim. Pract.*, London, v.39, p.325-332, 1998.

INNES, J.F. Etiopathogenesis of Canine Cruciate Disease. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado, *Proceedings...Keystone: VOS*, 2006. p.39-41.

JERRAM, R.M.; WALKER, A.M.; WARMAN, C.G.A. Proximal tibial intraarticular ostectomy for treatment of canine cruciate ligament injury. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.34, n.3, p.196-205, 2005.

JOHNSON, J.M.; HULSE, D.A.; HORGAN, H.A.; NELSON, J.K.; BOOTHE, H.W. System behavior of commonly used cranial cruciate ligament reconstruction autografts. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.18, n.6, p.459-465, 1989.

KERGOSIEN, D.H.; BARNHART, M.D.; KEES, C.E.; DANIELSON, B.G.; BROURMAN, J.D.; DEHOFE, W.D.; SCHERTEL, E.R. Radiographic and clinical changes of the tibial tuberosity after tibial plateau leveling osteotomy. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.33, n.5, p. 468-474, 2004.

KORWICK, D.L.; PIJANOWSKI, D.L., SCHAEFFER, D.J. Three-dimensional kinematics of the intact and cranial cruciate ligament deficient stifle of dogs. *J. Biomechem.*, Kidlington, v.27, p.77-87, 1994.

KOWALESKY, M.P.; MCCARTHY, R.J. Geometric analysis evaluating the effect of tibial plateau leveling osteotomy position on postoperative tibial plateau slope. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, Okemos, v.17, p.30-34, 2004.

KRAMER, M.; STENGLER, H.; GERWING, M. Sonography of the canine stifle. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, Raleigh, v.40, p.282–293, 1999.

LAMPMAN, T.J.; LUND, E.M.; LIPOWITZ, A.J. Cranial cruciate disease: Current status of diagnosis, surgery, and risk for disease. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, Okemos, v.16, p.122-126, 2003.

MAHN, M.M.; COOK, J.L.; COOK, C.R.; BALKE, M.T. Arthroscopic verification of ultrasonographic diagnosis of meniscal pathology in dogs. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.34, n.5, p.318-323, 2005.

MAQUET, P. Advancement of the tibial tuberosity. *Clin. Orthop.*, Philadelphia, v.115, p.225, 1976.

MCGOWAN, C. *A practical guide to vertebrate mechanics*. New York: Cambridge University Press, 1999.

MELLO, L.C.P.; SHIMANO, A.C.; VOLPON, J.B.; CARREGAL, R.D. Estudo das propriedades dos fêmures de coelhos em fase de crescimento submetidos a dietas com diferentes níveis de flúor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 8., 1999, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 1999. p.547-552.

MILLIS, D.; LEVINE, D.; TAYLOR, R.A. *Canine rehabilitation & physical therapy*. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004.

MENDES, D.G.; SOUDRY, M.; LUSIM, M. Clinical assessment of Maquet tibial tuberosity advancement. *Clin. Orthop.*, Philadelphia, v.222, p.228, 1987.

MITTON, G.R.; IRELAND, W.P.; BYNYON, C.L. Evaluation of the instantaneous center of motion. *Am. J. Vet. Res.*, Chicago, v.52, p.1731-1737, 1991.

MODENATO, M.; BORGHETTI, L.; BALLATORI, C.; ROMEO, *Avanzamento della tuberosità tibiale (TTA) come metodo di stabilizzazione nella incompetenza del legamento crociato anteriore nel cane*. Esperienza personale. Disponível em: <<http://www.vet.unipi.it/CLINICA/2005sicv/lavoridef/Modenato.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2005.

MONTAVON, P.M.; DAMUR, D.M.; TEPIC, S. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. In: WORLD ORTHOPEDIC VETERINARY CONGRESS, 1., 2002, Munich. *Proceedings...* Munich: WSAVA, 2002. p. 15.

MONTAVON, P.M.; DAMUR, D.M.; TEPIC, S. Tibial tuberosity advancement (TTA) for the treatment of cranial cruciate disease in dogs: Evidence, technique and initial results. In: EUROPEAN COLLEGE OF VETERINARY SURGEONS CONGRESS, 14., 2005, Marcy L'etoile. *Proceedings...* Marcy L'etoile: ECVS, 2005. p. E-18.

MOORE, K.W.; READ, R.A. Cranial cruciate ligament rupture in the dog. A retrospective study comparing surgical techniques. *Aust. Vet. J.*, Artamon, v.72, n.8, p.281-285, 1995.

MOORE, K.W.; READ, R.A. Rupture of the cranial cruciate ligament in dogs – Part II. Diagnosis and treatment. *Compend. Contin. Educ. Vet. Pract.*, Morrisville, v.18, n.4, p.381-391, 1996.

MORRIS, E.; LIPOWITZ, A.J. Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.218, n.3, p.363-366, 2001.

MUIR, P.; DANOVA N.A.; ARGYLE, D.J.; MANLEY, P.A.; HAO, Z. Collagenolytic protease expression in cranial cruciate ligament and stifle synovial fluid in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.34, n.6, p.482-490, 2005.

NAKAMURA, N.; ELLIS, M.; SEEDHOM, B.B. Advancement of the tibial tuberosity: A biomechanical study. *J. Bone Joint Surg.*, Boston, v.67B, p.225, 1985.

PACCHIANA, P.D.; MORRIS, E.; GILLINGS, S.L.; JESSEM, C.R.; LIPOWITZ A.J. Surgical postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998-2001). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.222, n.2, p.184-193, 2003.

PALMER, R.H. Understanding the tibial plateau leveling osteotomies in dogs. *Vet. Med.*, Duluth, v.100, n.6, p.423-431, 2005.

PATTERSON, R.H.; SMITH, G.K.; GREGOR, T.P.; NEWTON, C.D. Biomechanical stability of four cranial cruciate ligament repair techniques in the dog. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.20, n.2, p.85-90, 1991.

PAYNE, J.T.; CONSTANTINESCU, G.M. Stifle joint anatomy and surgical approaches in the dog. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, Philadelphia, v.23, n.4, p.691-701, 1993.

PRIDDY, N.H.; TOMLINSON, J.L.; DOBAM, J.R. Complication with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997-2001). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.222, n.8, p.1726-1732, 2003.

REED, A.L.; PAYNE, J.T.; CONSTANTINESCU, G.M.: Ultrasonographic anatomy of the normal canine stifle. *Vet Radiol. Ultrasound.*, Chicago, v.36, p.315-321, 1995.

REIF, U.; HULSE, D.A.; HAUPTAM, J.G. Effect of tibial plateau leveling on stability of the canine cranial cruciate deficient stifle joint. An in vitro study. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.31, n.2, p.147-154, 2002.

ROMEO, T.; MODENATO, M.; GALLORINI, F.; BALLATORI, C. *Analisi della biomeccanica del ginocchio. Considerazioni sulle forze agenti sul ginocchio come presupposto all'intervento di avanzamento della tuberosità tibiale (TTA) quale método di stabilizzazione nell'imcompetenza Del legamento crociato anteriore nel cane.* 2005. Disponível em: <<http://www.vet.unipi.it/CLINICA/2005sicv/lavoridef/Romeo.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2005.

RUE, S. Internal fracture fixation. In: SLATTER D. *Textbook of small animal surgery*. 3.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2003. v.2, p.1798-1818.

SCAVELLI, T.D.; SCHRADER, S.C.; MATTHIESEN, D.T.; SKORUP, D.E. Partial rupture of the cranial cruciate ligament of the stifle in dogs: 25 cases (1982-1988). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.196, n.7, p.1135-1138, 1990.

SCHALLER, O. *Nomeclatura Anatômica Veterinária*. São Paulo: Manole, 1999.

SCHERRER, S.; HOLSWORTH, I.; GOOSSENS, M.; SCHULZ, K. Coxofemoral arthroscopy and total hip arthroplasty for management of intermediate grade fibrosarcoma in a dog. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.34, n.1, p.43-46, 2005.

SEONG, Y.; EOM, K.; LEE, H.; LEE, J.; PARK, J.; LEE, K.; JANG, K.; OH, T.; YOON, J. Ultrasonographic evaluation of cranial cruciate ligament rupture via dynamic intra-articular saline injection. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, Raleigh, v.46, n.1, p.80-82, 2005.

SLOCUM, B.; DEVINE, T. Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.183, n.4, p.456-459, 1983.

SLOCUM, B.; DEVINE, D. Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.184, n.5, p. 564-569, 1984.

SLOCUM, B.; SLOCUM, T.D. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, Philadelphia, v.23, n.4, p.777-795, 1993.

SLOCUM, B.; SLOCUM, T. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; *Current techniques in small animal surgery*. 4.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998. p.1209-1215.

SLOCUM, B.; SLOCUM, T.D. TPLO: Tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament injuries. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY OF VETERINARY ORTHOPEDICS AND TRAUMATOLOGY, 10., 2000, Munich. *Proceedings...* Munich: ESVOT, 2000. p. 37-38.

TEPIC S.; DAMUR D.; MONTAVON, P.M. Biomechanics of the stifle joint. In: WORLD ORTHOPEDIC VETERINARY CONGRESS, 1., 2002, Munich. *Proceedings...* Munich: WSAVA, 2002. p. 189-190.

TEPIC, S.; MONTAVON, P.M. Is the cranial tibial advancement relevant in the cruciate deficient stifle?. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY OF VETERINARY ORTHOPEDICS AND TRAUMATOLOGY, 12., 2004, Munich. *Proceedings...* Munich: ESVOT, 2004. p. 139-140.

TEPIC, T. Cranial Tibial Tuberosity Advancement for the Cruciate Deficient Stifle. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado. *Proceedings...*Keystone:VOS, 2006. p.44-45.

VASSEUR, P.B. Stifle joint. In: SLATTER, D. *Textbook of small animal surgery*. 3.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2003. v.2, p.2090-2133.

VEZZONI, A. Pathogenesis of spontaneous failure of cranial cruciate ligament in the dog. In: WORLD CONGRESS OF THE WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION, 29., 2004, Rhodes. *Proceedings...* Rodhes: WSAVA, 2004a. p. 67-69.

VEZZONI, A. TPLO by slocum: a successful approach in the treatment of cranial cruciate ligament injuries. In: WORLD CONGRESS OF THE WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION, 29., 2004, Rhodes. *Proceedings...* Rodhes: WSAVA, 2004b. p. 69-70.

VEZZONI, A. Comparison of Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Tibial Tuberosity Advancement. In: VETERINARY ORTHOPAEDIC CONGRESS, 2., 2006, Keystone, Colorado. *Proceedings...*Keystone: VOS, 2006. p.47-48.

VIDA, J.T.; POOYA, H.; VASSEUR, P.B.; GARCIA, T.C.; SCHULZ, K.; STOVER, S.M. Biomechanical comparison of orthofix pins and cortical bone screws in a canine humeral condylar fracture model. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.34, n.5, p.491-498, 2005.

WARZEE, C.C.; DEJARDIN, L.M.; ARNOCZKY, S.P.; PERRY, R.L. Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate ligament-deficient stifles: An in vitro experimental study. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.30, n.3, p.278-286, 2001.

WATSON, C.; ROCHAT, M.; PAYTON, M. Effect of weight bearing on the joint angles of the fore-and hind limb of the dog. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, Okemos, v.16, p.250-254, 2003.

WHEELER, J.L.; CROSS, A.R.; GINGRICH, W. In vitro effects of osteotomy angle and osteotomy reduction on tibial angulation and rotation during the tibial plateau leveling osteotomy procedure. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.32, n.2, p.371-377, 2002.

WIDMER, W.R.; BUCKWALTER, K.A.; BRAUNSTEIN, E.M. Principles of magnetic resonance imaging and application to the stifle joint in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Chicago, v.198, n.9, p.1914-1922, 1991.

ZACHOS, T.A.; ARNOCZKY, S.P.; LUVAGNINO, M.; TASHMAN, S. The effect of cranial cruciate ligament insufficiency on caudal cruciate ligament morphology: an experimental study in dogs. *Vet. Surg.*, Philadelphia, v.31, n.6, p.596-603, 2002.

ANEXO



FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA - CAMPUS DE BOTUCATU
CÂMARA DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

Distrito de Rubião Jr., s/n - 18618-000 - Botucatu/SP - 55 14 3811-6105 - Fax: 55 14 3815-2343

www.fmvz.unesp.br - sta@fmvz.unesp.br

ATESTADO

Atestamos para os devidos fins, que o Projeto de Pesquisa **"Modificação da técnica de avanço da tuberosidade tibial no tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães"**, do Pós-Graduando **Bruno Testoni Lins**, nível Mestrado, desta Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal e foi aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal.

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, em 3 de março de 2005.



PROF. ASS. DR. JOÃO CARLOS PINHEIRO FERREIRA
Presidente da CEEA da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu

APÊNDICES

Apêndice I

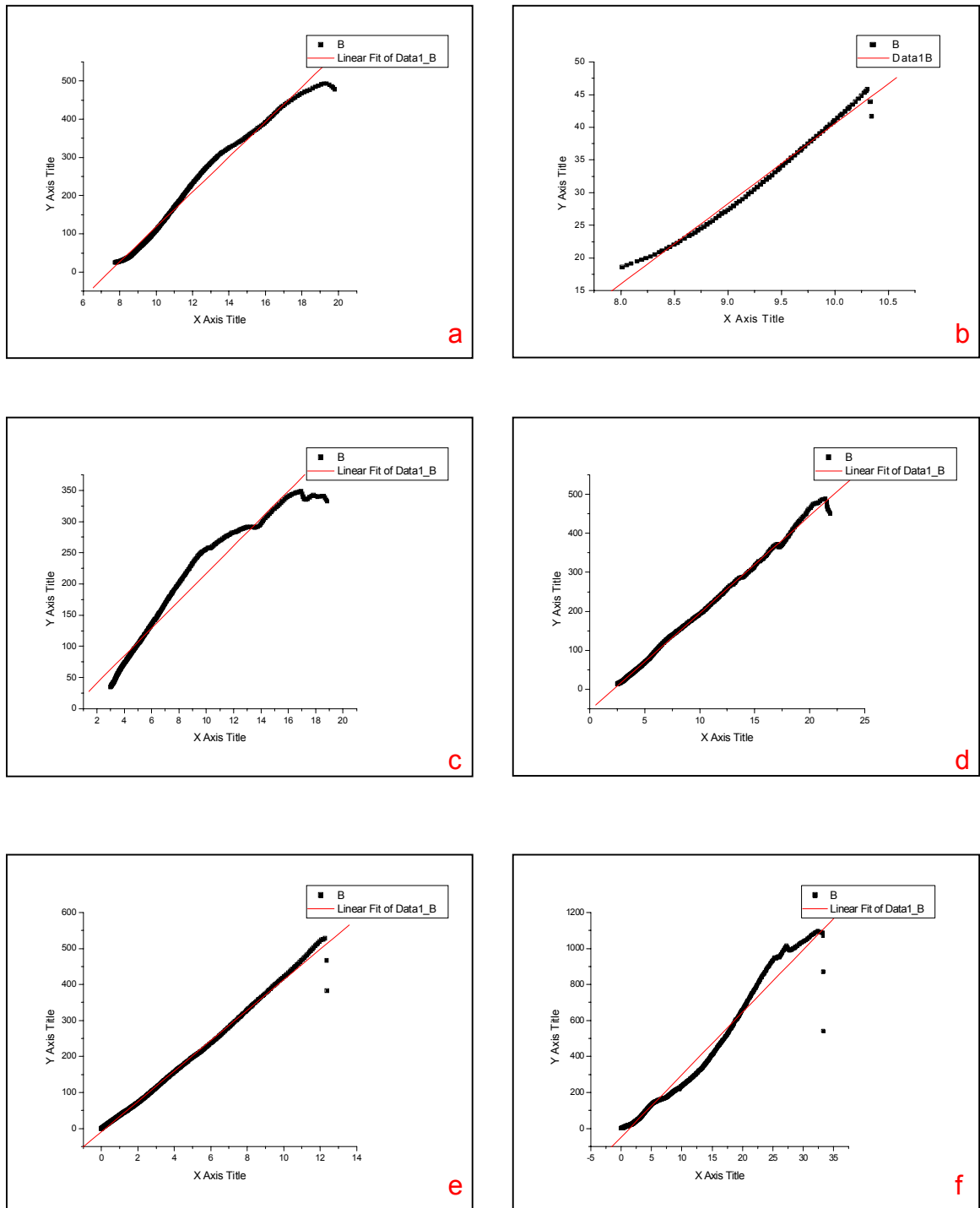


Figura 18 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 1 (operado). (a) Espécime 1; (b) Espécime 2; (c) Espécime 3; (d) Espécime 4; (e) Espécime 5; (f) Espécime 6.

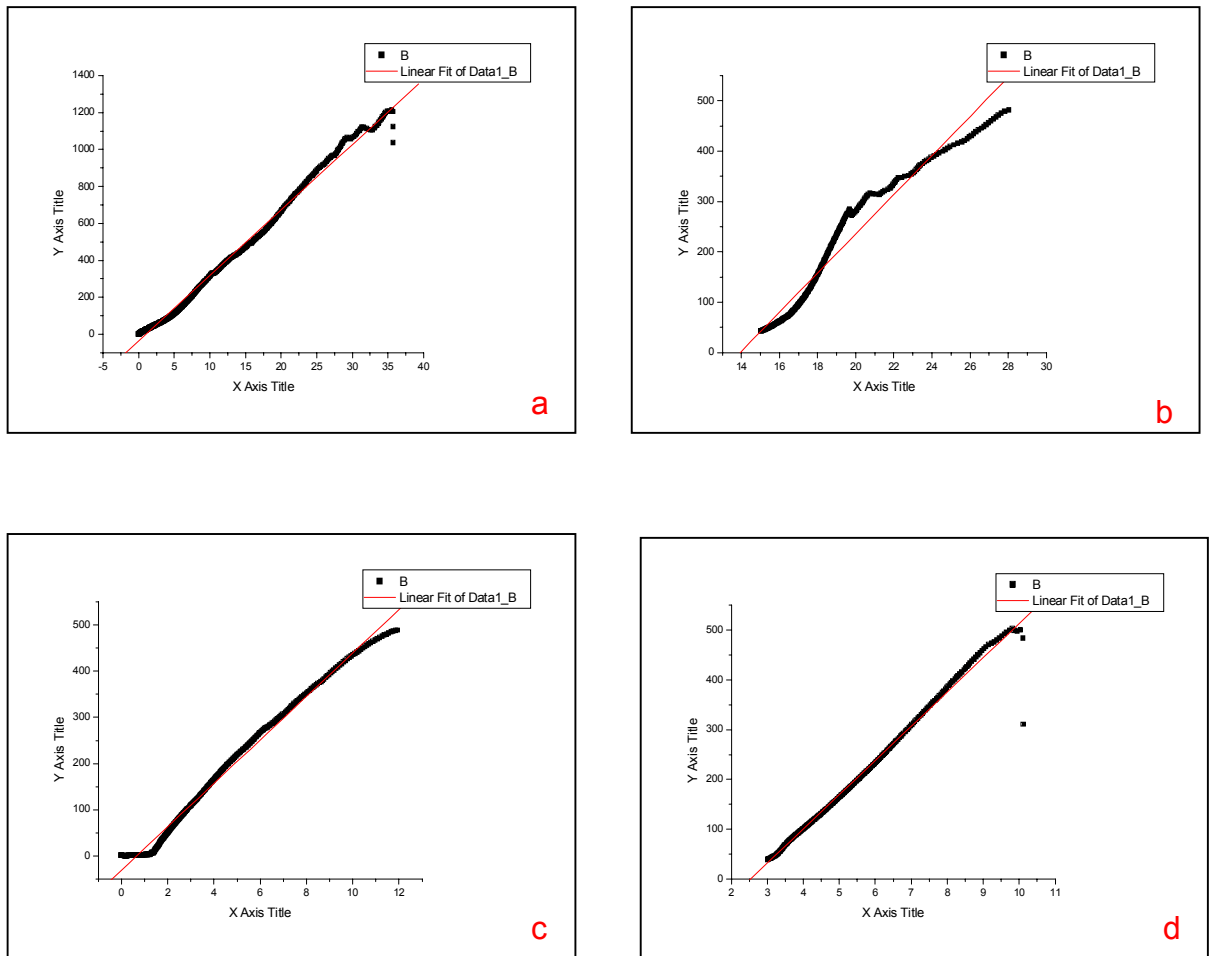


Figura 19 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 1 (operado). (a) Espécime 7; (b) Espécime 8; (c) Espécime 9; (d) Espécime 10.

Apêndice II

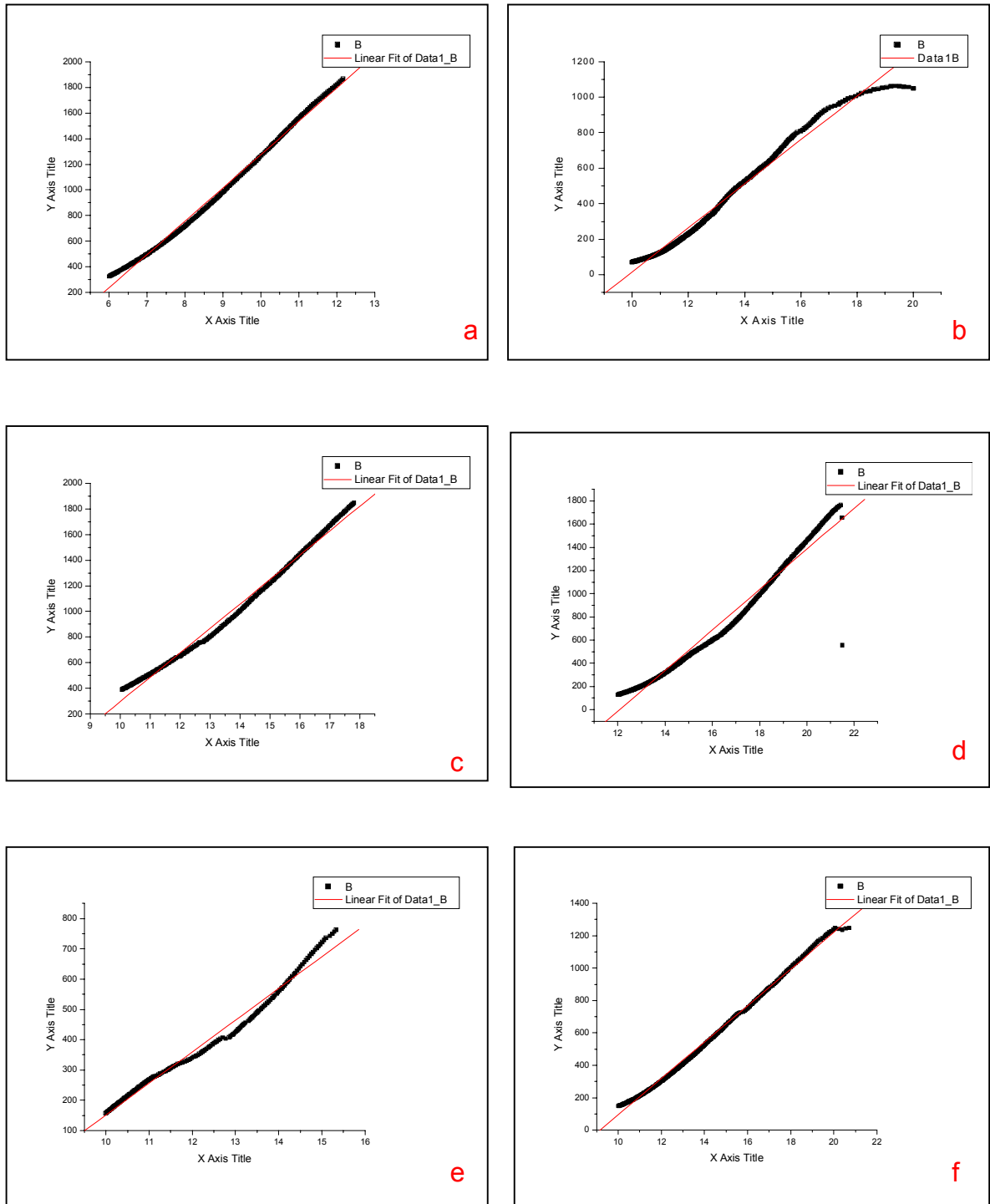


Figura 20 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 2 (controle). (a) Espécime 1; (b) Espécime 2; (c) Espécime 3; (d) Espécime 4; (e) Espécime 5; (f) Espécime 6.

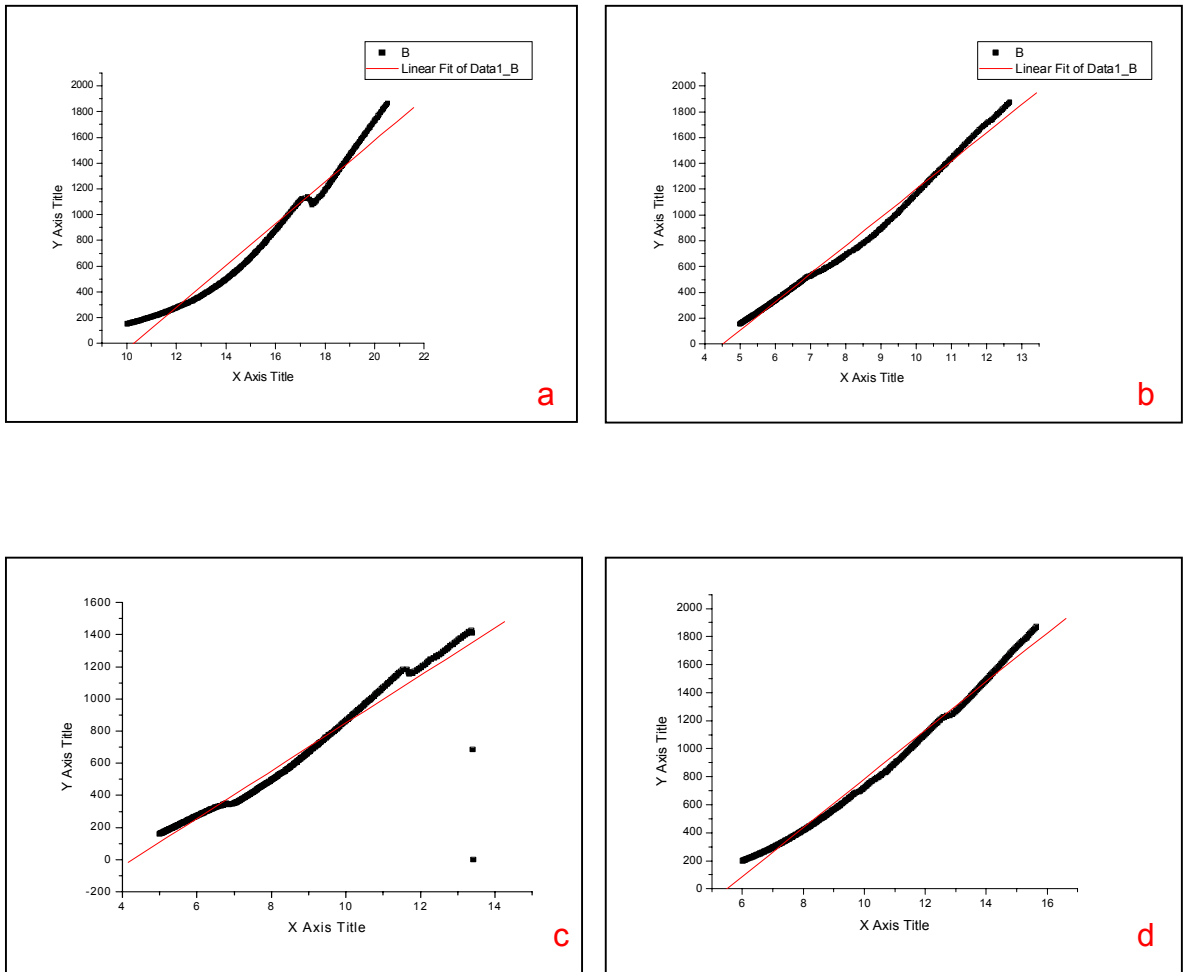


Figura 21 - Gráfico carga-deformação dos espécimes pertencentes ao grupo 2 (controle). (a) Espécime 7; (b) Espécime 8; (c) Espécime 9; (d) Espécime 10.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)