

ESTUDO BIOMECÂNICO DA FIXAÇÃO TRANSCORTICAL OU TRANSESPONJOSA DO ENXERTO DE TENDÃO PATELAR COM PINOS BIOABSORVÍVEIS NA RECONSTRUÇÃO DO LCA EM OVINOS

BIOMECHANICAL STUDY OF TRANSCORTICAL OR TRANSTRABECULAR BONE FIXATION OF PATELLAR TENDON GRAFT WITH BIOABSORBABLE PINS IN ACL RECONSTRUCTION IN SHEEP

Mauro Batista Albano¹, Paulo César Borges², Mario Massatomo Namba³, João Luiz Vieira da Silva⁴, Francisco de Assis Pereira Filho⁵, Edmar Steiven Filho⁶, Jorge Eduardo Fouto Matias⁷

RESUMO

Objetivo: Determinar a resistência inicial de fixação do sistema RigidFix[®] e comparar com o método tradicional de fixação que utiliza parafusos de interferência metálicos. Avaliar a resistência da fixação com o sistema RigidFix[®] ao se modificar o posicionamento rotacional do bloco ósseo no interior do túnel femoral. **Métodos:** 40 espécimes de joelhos (soldras) de ovinos, foram submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando enxerto osso-tendão-osso. Em 20 espécimes utilizou-se o método RigidFix[®], este grupo foi subdividido em dois, 10 joelhos foram utilizados para fixação através da esponjosa e 10 para fixação cruzando a tábua óssea cortical. Nos 20 espécimes restantes fixou-se o enxerto com parafusos de interferência metálico de 9mm. **Resultados:** A comparação do método RigidFix[®] com o método de fixação com parafuso de interferência metálico não mostrou diferenças estatisticamente significativas ao se considerar carga máxima e rigidez, também não houve diferenças estatisticamente significativas ao se modificar o posicionamento rotacional do bloco ósseo no interior do túnel femoral. Para estas avaliações considerou-se o $p < 0,017$. **Conclusão:** A fixação do enxerto osso-tendão-osso com dois pinos bioabsorvíveis, independente do posicionamento rotacional no túnel femoral, permite uma fixação comparável em termos de resistência inicial ao parafuso de interferência metálico neste modelo experimental.

Descritores – Ligamento Cruzado Anterior; Enxerto Osso-Tendão Patelar-Osso; Joelho; Ovinos

ABSTRACT

Objective: to determine the initial resistance of fixation using the Rigid Fix[®] system, and compare it with traditional fixation methods using metal interference screws; and to evaluate the resistance of the fixation with the rigid fix system when the rotational position of the bone block is altered in the interior of the femoral tunnel. **Methods:** forty ovine knee specimens (stifle joints) were submitted to anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) using a bone-tendon-bone graft. In twenty specimens, the RigidFix[®] method was used; this group was subdivided into two groups: ten knees used for fixation with trabecular bone screw, and ten for fixation passing through the layer of cortical bone. In the twenty remaining specimens, the graft was fixed with 9mm metal interference screws. **Results:** comparison of the Rigidfix[®] method with the metal interference screw fixation method did not show any statistically significant differences in terms of maximum load and rigidity; also, there were no statistically significant differences when the rotational position of the bone block was altered inside the femoral tunnel. For these evaluations, a level of significance of $p < 0.017$ was considered. **Conclusion:** fixation of the bone-tendon-bone graft with 2 bioabsorbable pines, regardless of the rotational position inside the femoral tunnel, gave a comparable fixation in terms of initial resistance to the metal interference screw, in this experimental model.

Keywords – Anterior Cruciate Ligament; Bone-Patellar Tendon-Bone Graft; Knee; Sheep

1 – Mestre em Clínica Cirúrgica pela UFPR; Professor do Curso de Especialização em Traumatologia Esportiva e Artroscopia da UFPR; Membro do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital do Trabalhador/UFPR – Curitiba, PR, Brasil.

2 – Doutor em Engenharia Mecânica; Professor do Departamento Acadêmico de Mecânica da Universidade Federal Tecnológica do Paraná/UTFPR – Curitiba, PR, Brasil.

3 – Mestre em Clínica Cirúrgica pela UFPR; Professor e Coordenador do Curso de Especialização em Traumatologia Esportiva da UFPR; Membro do Serviço de Ortopedia e Traumatologia da UFPR – Curitiba, PR, Brasil.

4 – Doutor em Clínica Cirúrgica pela UFPR; Professor do Curso de Especialização em Traumatologia Esportiva e Artroscopia da UFPR; Membro do Serviço de Ortopedia e Traumatologia da UFPR – Curitiba, PR, Brasil.

5 – Médico; Professor do Curso de Especialização em Traumatologia Esportiva e Artroscopia da UFPR; Membro do Serviço de Ortopedia e Traumatologia da UFPR – Curitiba, PR, Brasil.

6 – Mestre em Princípios de Cirurgia pela FEPAR -Curitiba, PR, Brasil.

7 – Doutor em Clínica Cirúrgica; Professor Adjunto do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná UFPR – Curitiba, PR, Brasil.

Trabalho realizado no Serviço de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal do Paraná (SOT-UFPR).

Correspondência: Rua Padre Dehon, 1.119, ap. 410, V. Hauer – Curitiba, PR. E-mail: albano_mauro@yahoo.com.br

Trabalho recebido para publicação: 24/11/2010, aceito para publicação: 25/10/2011.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work

Este artigo está disponível online nas versões Português e Inglês nos sites: www.rbo.org.br e www.scielo.br/rbort
This article is available online in Portuguese and English at the websites: www.rbo.org.br and www.scielo.br/rbort

INTRODUÇÃO

Na reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) a fixação do enxerto é um fator de extrema importância. Os métodos de fixação têm de ser rígidos e resistentes às forças de tração para permitir os princípios vigentes de reabilitação pós-operatória⁽¹⁾.

Os autoenxertos são preferidos devido ao seu baixo índice de complicações. Entre estes, os mais utilizados nas cirurgias para a reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho são: os tendões flexores (semitendíneo e grácil) e o osso-tendão-osso retirado da patela, terço central do tendão patelar e tuberosidade anterior da tíbia. O enxerto osso-tendão-osso permite uma fixação rígida no interior dos túneis. A técnica de fixação com parafusos de interferência é a mais utilizada para este enxerto sendo considerada padrão ouro de fixação⁽²⁻⁸⁾.

Entretanto, há inúmeras complicações descritas com a utilização de parafusos de interferência na fixação do enxerto nas reconstruções ligamentares. As mais comuns são: lesão do enxerto na transição osso tendão por ocasião da fixação femoral, ruptura da cortical posterior e divergência do parafuso em relação à direção do túnel⁽⁹⁻¹⁴⁾.

Isto tem levado ao desenvolvimento de novos métodos de fixação com diferentes materiais, principalmente implantes compostos por material bioabsorvível.

Recentemente desenvolveu-se um sistema que utiliza pinos bioabsorvíveis de 2,7mm de diâmetro por 42mm de comprimento para a fixação osso-tendão-osso e 3,3mm para o enxerto quádruplo semitendíneo/grácil. Entre estas vantagens do sistema estão relacionadas: o maior contato do bloco ósseo do enxerto no túnel (100%); menor risco potencial de ruptura da cortical posterior, e, mesmo com a ocorrência desta situação, há possibilidade de fixação do enxerto; no pós-operatório, possibilita a realização de ressonância magnética sem interferência no sinal; em casos de revisão, o túnel femoral estará fechado e não há necessidade de remoção de implante metálico⁽¹⁵⁾.

O método utiliza guias especiais que posicionam dois implantes paralelos entre si e perpendiculares à orientação do túnel femoral e conseqüentemente ao enxerto.

Por se tratar de método recente, encontrou-se pequeno número de trabalhos demonstrando a resistência e a rigidez deste sistema de fixação.

Os objetivos do presente estudo são: determinar a resistência inicial de fixação do sistema que utiliza pinos

bioabsorvíveis transversos e comparar com o método tradicional de fixação do enxerto osso-tendão-osso, que utiliza parafusos de interferência metálicos de 9mm, e avaliar a resistência da fixação com este sistema ao se modificar o posicionamento rotacional do bloco ósseo no interior do túnel femoral.

MATERIAL E MÉTODOS

Quarenta espécimes de joelhos (soldras) de ovinos, 18 direitos e 22 esquerdos, esqueleticamente imaturos, com idade variando entre 12 e 18 meses, foram adquiridos de uma casa de comércio de carne de ovinos. Após o abate dos espécimes para consumo humano, os joelhos foram separados durante o processo de desossa, preservando-se o fêmur e o 1/3 proximal da tíbia, bem como a articulação do joelho e o aparato extensor. Foram embalados e conservados a -20°C até a data da cirurgia. Na ocasião do procedimento os espécimes foram descongelados em grupos de 10, à temperatura ambiente, antes da realização da cirurgia. Em todos os joelhos procedeu-se à retirada do tendão patelar com 1cm de largura e dois blocos ósseos. O bloco retirado da patela apresentava 2,8mm de comprimento por 10mm de diâmetro (Figura 1).

O bloco tibial apresentava formato cônico com 2cm de largura e 2cm de profundidade na porção proximal, por 3cm de comprimento. Um orifício na porção mais proximal do bloco ósseo da patela foi realizado com a finalidade de se posicionar um fio de sutura n° 5 para tração do enxerto. Os fêmures dos espécimes foram isolados para a realização de um túnel com 10mm de diâmetro posicionado no espaço intercondilar com orientação de uma hora nos joelhos esquerdos e 11 horas nos joelhos direitos, deixando-se uma cortical posterior de 1 a 2mm.

Nos túneis de 20 espécimes foi adaptado o guia do RigidFix[®], que possui duas hastes unidas em formato de U. Uma das hastes do guia foi posicionada internamente no túnel femoral e na outra externa há um dispositivo para adaptação de duas camisas, através das quais foram realizados dois orifícios que interceptam o túnel perpendicularmente na metade de seu diâmetro no plano coronal (Figuras 2A e 2B).

As camisas foram deixadas na entrada dos orifícios na cortical lateral do fêmur para servirem como orientação para a perfuração e inserção de dois pinos bioabsorvíveis com o diâmetro de 2,7mm através dos blocos ósseos da extremidade proximal dos enxertos.

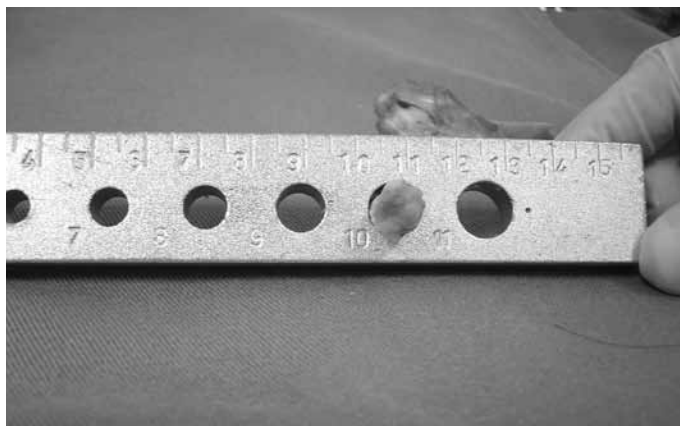


Figura 1 – Enxerto com bloco ósseo de 10mm de diâmetro.



Figura 2 – Adaptação do guia do RigidFix®: (A) vista frontal; (B) vista lateral.

Para o posicionamento do enxerto no interior do túnel femoral dos espécimes um fio de tração adaptado na extremidade proximal dos blocos ósseos do enxerto permitiu o controle durante a inserção. Por se tratar de variável de interesse, adotou-se duas formas de orientação do bloco ósseo em relação ao posicionamento dos pinos bioabsorvíveis. A primeira com orientação da cortical do bloco ósseo, de forma a permitir que os pinos de fixação transfixassem a tábua óssea foi adotada em 10 espécimes, e a outra permitindo que os pinos transfixassem apenas a parte esponjosa do bloco ósseo em outros 10 (Figura 3).

O passo seguinte foi a perfuração do enxerto no interior do túnel auxiliado pelas camisas-guia utilizando brocas especiais com diâmetro de 2,7mm e inserção dos pinos utilizando um impactor e um martelo. Os espécimes foram devidamente identificados através de fita adesiva aplicada na porção proximal do fêmur, embalados e congelados a -20°C .

Outros 20 joelhos foram operados, tomando-se os mesmos cuidados quanto ao descongelamento, retirada do enxerto e a confecção do túnel femoral como descrito anteriormente. O enxerto foi tracionado para o interior do túnel do mesmo modo, mas a fixação do enxerto foi realizada com a utilização de parafusos de interferência, de aço canulado, com as dimensões de 9mm de diâmetro por 20mm de comprimento, inseridos através de fios de Kirschner. Os parafusos foram posicionados sobre a esponjosa paralelos à orientação do bloco ósseo no interior do túnel (Figura 4).

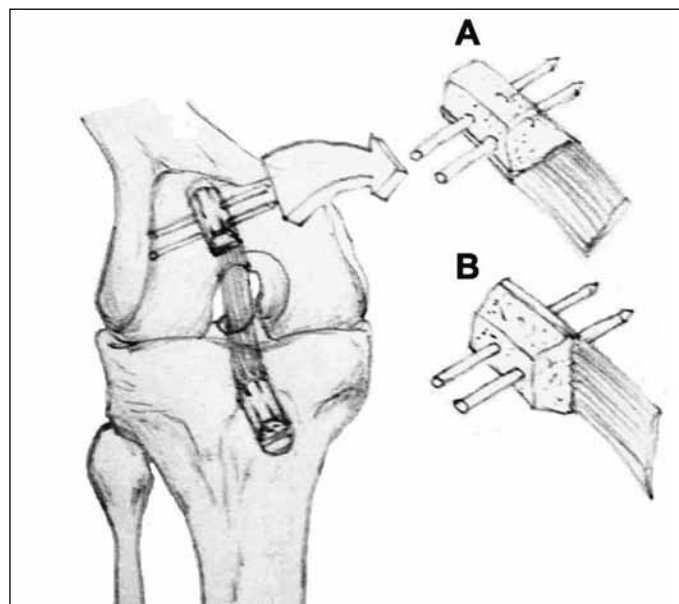


Figura 3 – Dois modos de fixação do bloco ósseo utilizando-se pinos transversos.



Figura 4 – Fotografia de espécime fixado com parafuso de interferência.

Os espécimes foram identificados quanto ao modo de fixação com fita adesiva na porção proximal do fêmur e embalados para serem congelados novamente a -20°C até 24 horas antes da realização dos testes, quando foram descongelados à temperatura ambiente.

Os testes foram realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em uma máquina hidráulica universal MTS-810. Os espécimes foram adaptados na máquina de modo que uma tração era exercida no sentido longitudinal a uma velocidade de 50mm/min (Figuras 5A e 5B).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliação da hipótese de normalidade das variáveis, foi considerado o teste de Shapiro-Wilk. Para a força máxima que não atendeu a condição de normalidade, os grupos foram comparados dois a dois através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Para a variável rigidez, que atendeu a condição de normalidade, os grupos foram comparados dois a dois através do teste *t* de Student para amostras independentes, levando-se em consideração a homogeneidade das variâncias. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ sendo corrigido por Bonferroni para as comparações múltiplas (valores de $p < 0,017$ indicaram significância estatística).

RESULTADOS

A média de resistência à tração obtida em ciclo único nos grupos de pinos bioabsorvíveis transversos não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre eles e em relação ao grupo controle com parafu-

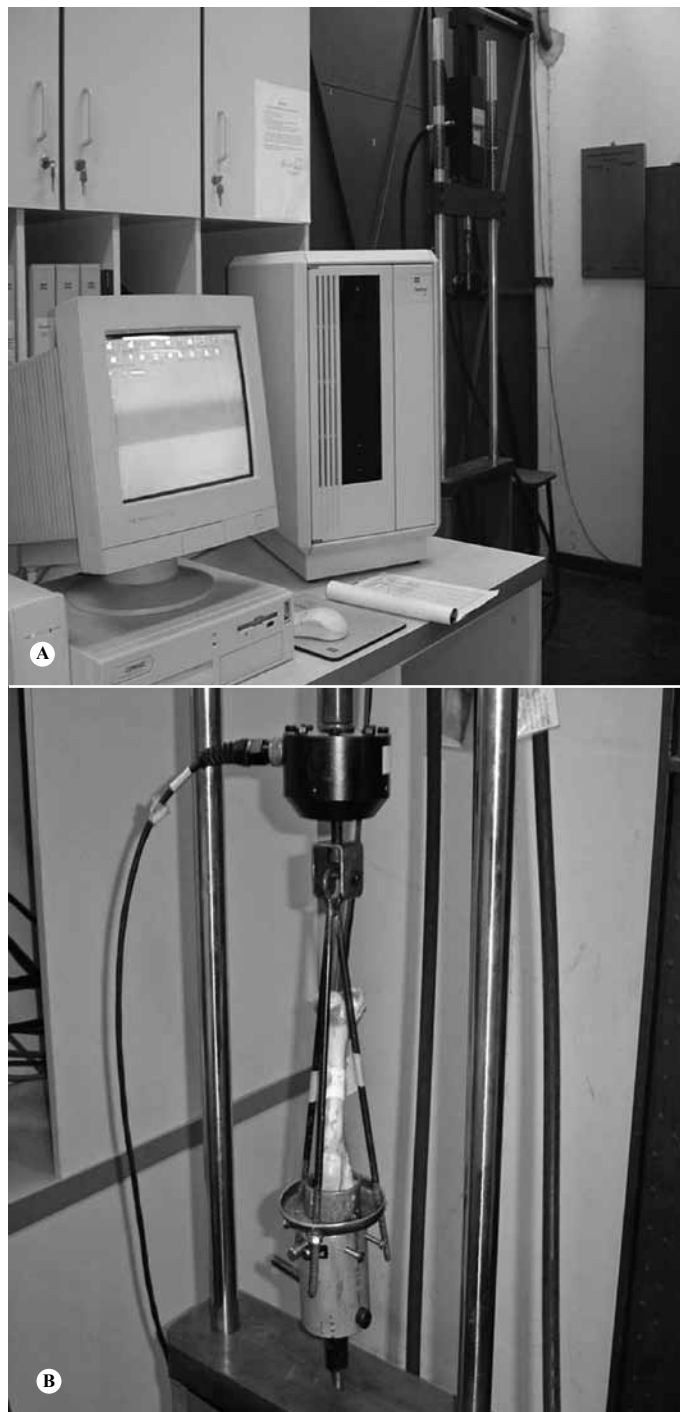


Figura 5 – Composição da máquina hidráulica MTS-810.

ros de interferência. Na Tabela 1 e na Figura 6 estão demonstrados os valores médios dos diferentes grupos e suas variações; e na Tabela 2 os valores de *p* das comparações efetuadas utilizando o método não-paramétrico de Mann-Whitney considerando $p < 0,017$.

Os resultados das médias de rigidez também não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes modos de fixação considerando $p < 0,017$. As médias de rigidez estão dispostas na

Tabela 3 e os valores de p das comparações entre os diferentes grupos estão na Tabela 4.

Os tipos de falha bem como o local de sua ocorrência nos espécimes fixados com parafusos de interferência demonstrados na Tabela 5 e nas Figuras 7A e 7B.

Nas Tabelas 6 e 7 estão demonstrados os locais de ocorrência de falhas dos grupos fixados com pinos transversos.

Nas Figuras 8A e 8B estão ilustrados tipos de falha encontrados nos grupos em que se utilizou pinos transversos bioabsorvíveis.

Tabela 1 – Comparação das médias de carga máxima entre os métodos de fixação utilizando parafuso metálico de interferência e a fixação utilizando o método RigidFix® transfixando a cortical e a esponjosa.

Grupo	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Interferência	20	653,7	677	112	963	180,79
Pinos/cortical	10	607,5	598,5	278	940	198,7
Pinos/esponjosa	10	710,1	743	102	921	236,09

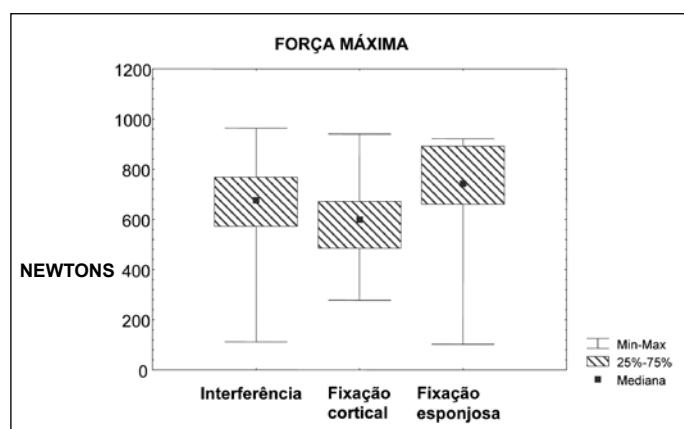


Figura 6 – Valores de carga máxima entre os diferentes grupos de fixação: parafuso de interferência, fixação através da cortical e fixação através da esponjosa.

Tabela 2 – Valores de p das comparações efetuadas nos diferentes grupos.

Grupos sob comparação	Valor de p*
Interferência x fixado na parte rígida	0,35
Interferência x fixado na parte esponjosa	0,267
Fixado na parte rígida x fixado na parte esponjosa	0,123

Tabela 3 – Comparação das médias de rigidez entre o método de fixação utilizando parafuso metálico de interferência e a fixação utilizando o método com pinos transfixando a cortical e a esponjosa.

Grupo	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Interferência	20	76,6	72,5	53	106	15,13
Pinos através da cortical	10	65,8	64,5	38	103	22,19
Pinos através da esponjosa	10	74,4	78	44	104	18,61

Tabela 4 – Comparação dos valores de p para avaliação da rigidez entre os métodos de fixação utilizando parafuso metálico de interferência e a fixação utilizando pinos transversos através da cortical em um grupo e da esponjosa no outro grupo.

Grupos sob comparação	Valor de p*
Interferência x fixado na parte rígida	0,127
Interferência x fixado na parte esponjosa	0,73
Fixado na parte rígida x fixado na parte esponjosa	0,36

Tabela 5 – Tipos e local de falha no método de fixação com parafusos de interferência.

TIPOS	Número de ocorrências	Porcentagem
Destacamento na tot Proximal	10	50%
Destacamento na tot Distal	2	10%
Soltura do parafuso e ou deslizamento do bloco ósseo do túnel femoral	8	40%
Total	20	100%

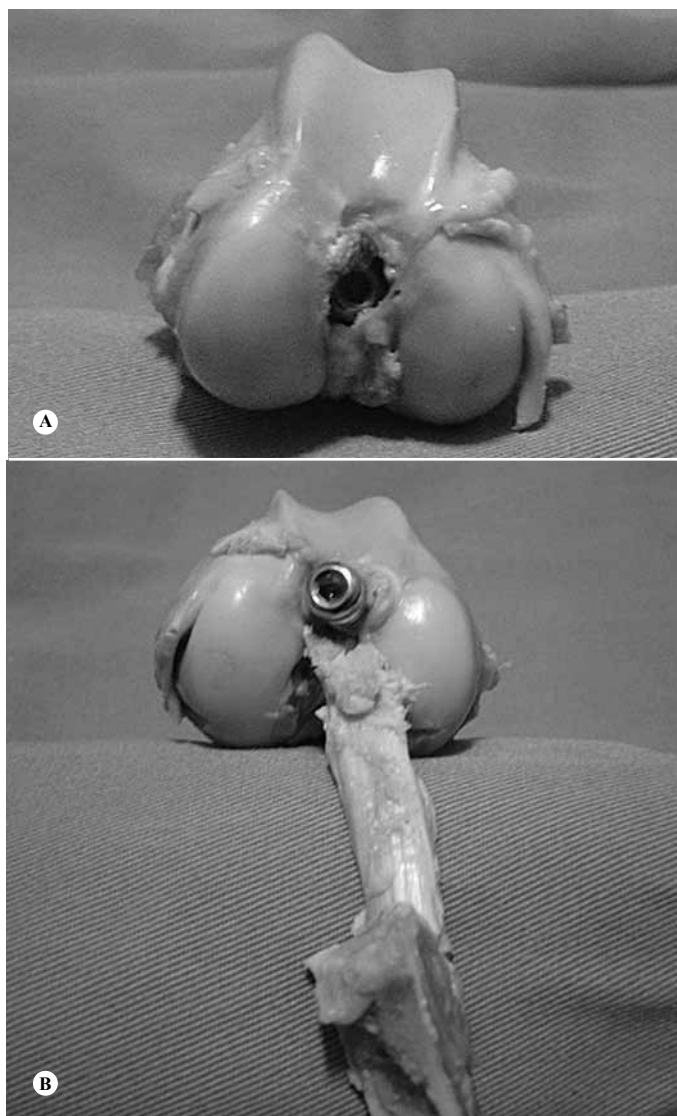


Figura 7 – Espécimes mostrando locais e formas mais frequentes de falha encontrados no método de fixação com parafusos de interferência.

Tabela 6 – Tipos e local de falha no método de fixação com pinos bioabsorvíveis fixando a cortical.

Tipos	Número de ocorrências	Porcentagem
Destacamento na tot Proximal	0	
Destacamento na tot Distal	2	20%
Fratura do bloco ósseo I	6	60%
Falha do implante no túnel femoral	2	20%
Total	10	100%

Tabela 7 – Tipos e local de falha no método de fixação com RigidFix®, fixação na esponjosa.

Tipos	Número de ocorrências	Porcentagem
Destacamento na tot Proximal	1	10%
Destacamento na tot Distal	2	20%
Fratura do bloco ósseo I	5	50%
Falha do implante no túnel femoral	1	10%
Rompimento do tendão no 1/3 médio	1	10%
Total	10	100%

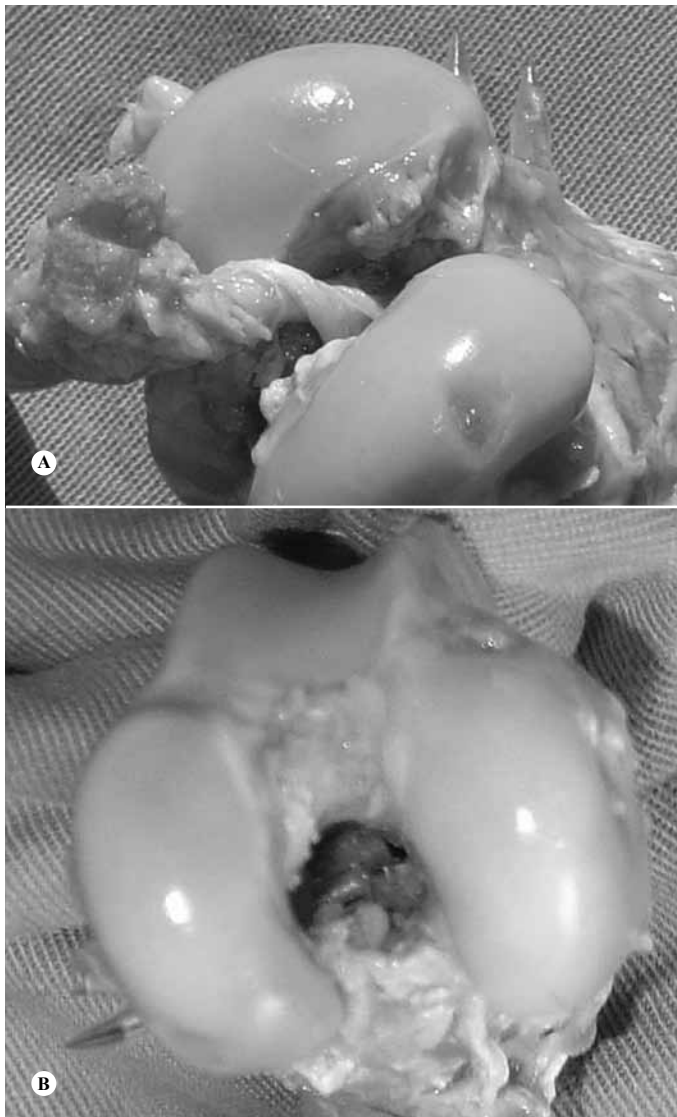


Figura 8 – Tipos de falhas no método com pinos bioabsorvíveis.

DISCUSSÃO

Na literatura há poucos trabalhos avaliando este método experimentalmente⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ e nenhum que apresentasse ou descartasse a possibilidade da fixação do enxerto osso-tendão-osso através da porção esponjosa do bloco ósseo. Com base neste questionamento decidiu-se por avaliar o método que utiliza pinos bioabsorvíveis de 2,7mm, com dois modos diferentes de fixação no que se refere à rotação do enxerto no interior do túnel, comparando estas duas formas ao método que utiliza parafusos de interferência metálicos de 9mm.

A hipótese inicial ao subdividir-se o grupo em que foram utilizados os pinos bioabsorvíveis era de que a fixação dos implantes através da face cortical do bloco ósseo do enxerto no interior do túnel femoral seria mais resistente às forças de tração do que a passagem dos pinos exclusivamente pela esponjosa. Ao se realizar os testes, não se evidenciou diferença estatisticamente significativa considerando-se o $p < 0,017$ entre os dois subgrupos.

A passagem do pino de 2,7mm através da cortical causa fragilidade nesta porção do enxerto que tem maior resistência; portanto, a resistência dependerá quase que exclusivamente da resistência das duas colunas paralelas ao furo mais distal do enxerto. Este local é o sítio mais comum de fratura neste modo de fixação, 60% neste experimento.

No grupo fixado com pinos através da esponjosa, a estrutura do tendão continua em linha com a tábua óssea; portanto, a transmissão das forças de tração passam pela cortical do osso. A tábua óssea mais resistente permanece intacta, sem os furos da passagem dos pinos, permitindo a transmissão das forças de tração ao pino proximal. A resistência de fixação dependerá da densidade do osso esponjoso e sua aderência à cortical, podendo haver somatória dos dois pinos na resistência à tração, compensando, em parte, a menor resistência desta porção do enxerto.

No presente estudo utilizou-se blocos de 10mm de diâmetro levando-se em consideração o trabalho realizado por Zantop *et al*⁽¹⁷⁾, que, utilizando o mesmo modelo experimental, observaram ser o diâmetro do bloco ósseo um fator importante na resistência de fixação quando se usa pinos transfixantes. Esses autores não recomendam a utilização de blocos menores que 9mm de diâmetro.

A ausência de partes moles no modelo experimental facilitou a conferência do posicionamento dos furos transversos criados para a passagem dos pinos bioabsorvíveis no interior do túnel femoral. Isto não acrescentou

uma diferença técnica na execução da cirurgia experimental visto que em humanos este modo de observação é frequentemente usado com o auxílio da câmera colocada através do túnel tibial⁽¹⁹⁾.

A colocação do espécime em ângulo de forma a alinhar o sentido de tração da máquina à orientação do túnel leva a crer que a resistência tanto no caso do parafuso como do implante bioabsorvível possam ser maiores, visto que o eixo das forças atuantes no joelho em condições normais de movimento atuam tangentes à linha articular⁽⁸⁾.

Utilizou-se ovinos como modelo experimental devido à semelhança das propriedades anatômicas e por serem aceitos como modelo experimental na avaliação da reconstrução do ligamento cruzado anterior⁽²⁰⁻²⁷⁾.

Não se espera com o presente estudo uma modificação técnica na inserção dos implantes bioabsorvíveis para fixação do enxerto osso-tendão-osso. Certamente há necessidade de se realizar novos testes de tração cíclica para demonstrar se esta variante técnica seria suficientemente segura em casos de necessidade.

REFERÊNCIAS

- Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1990;18(3):292-9.
- Brand J Jr, Weiler A, Caborn DN, Brown CH Jr, Johnson DL. Graft fixation in cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2000;28(5):761-74.
- Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(8):1166-73.
- Arnoczky SP, Tarvin GB, Marshall JL. Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. An evaluation of graft revascularization in the dog. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(2):217-24.
- Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(3):344-52.
- Kurosaka M, Yoshiya S, Andriush JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1987;15(3):225-9.
- Abate JA, Fadale PD, Hulstyn MJ, Walsh WR. Initial fixation strength of polylactic acid interference screws in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1998;14(3):278-84.
- Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):821-30.
- Brown CH Jr, Carson EW. Revision anterior cruciate ligament surgery. *Clin Sports Med.* 1999;18(1):109-71.
- Kousa P, Järvinen TL, Kannus P, Ahvenjärvi P, Kaikkonen A, Järvinen M. A bioabsorbable plug in bone-tendon-bone reconstruction of the anterior cruciate ligament: Introduction of a novel fixation technique. *Arthroscopy.* 2001;17(2):144-50.
- Matthews LS, Soffer SR. Pitfalls in the use of interference screws for anterior cruciate ligament reconstruction: brief report. *Arthroscopy.* 1989;5(3):225-6.
- Allum R. Complications of arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2003 Jan;85(1):12-6.
- Azar FM, Arthur ST. Complications of anterior cruciate ligament reconstruction. *Techn Knee Surg.* 2004;3:238-50.
- Pierz K, Baltz M, Fulkerson J. The effect of Kurosaka screw divergence on the holding strength of bone-tendon-bone grafts. *Am J Sports Med.* 1995;23(3):332-5.
- Johnson & Johnson Gateway. RIGIDFIX®: ACL Cross Pin System. Disponível em: www.jnjgateway.com
- Weimann A, Zantop T, Rümmler M, Hassenpflug J, Petersen W. Primary stability

CONCLUSÃO

A comparação do método que utiliza pinos bioabsorvíveis de 2,7mm para fixação do enxerto osso-tendão-osso de forma transversa no interior do túnel femoral com o método de fixação com parafuso de interferência não mostrou diferenças estatisticamente significativas em se considerando carga máxima e rigidez para a fixação inicial em ciclo de tração único.

Obteve-se neste modelo experimental uma resistência similar entre as fixações do bloco ósseo no túnel femoral com os pinos bioabsorvíveis transfixando exclusivamente a esponjosa e com a transfixação da tábua óssea cortical.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Dr. Carlos Henrique Ramos, que desenhou a figura 3, ilustração demonstrando os dois modos de fixação do bloco ósseo utilizando pinos transversos.

- of bone-patellar tendon-bone graft fixation with biodegradable pins. *Arthroscopy.* 2003;19(10):1097-102.
- Zantop T, Ruemmler M, Welbers B, Langer M, Weimann A, Petersen W. Cyclic loading comparison between biodegradable interference screw fixation and biodegradable double cross-pin fixation of human bone-patellar tendon-bone grafts. *Arthroscopy.* 2005;21(8):934-41.
- Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Deriu L, Fabbricani C. Comparison of femoral fixation methods for anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft: a mechanical analysis in porcine knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(6):733-8.
- Chandratreya AP, Aldridge MJ. Top tips for RIGIDfix femoral fixation. *Arthroscopy.* 2004;20(6):e59-61.
- Zantop T, Weimann A, Wolle K, Musahl V, Langer M, Petersen W. Initial and 6 weeks postoperative structural properties of soft tissue anterior cruciate ligament reconstructions with cross-pin or interference screw fixation: an in vivo study in sheep. *Arthroscopy.* 2007;23(1):14-20.
- Jackson DW, Grood ES, Arnoczky SP, Butler DL, Simon TM. Cruciate reconstruction using freeze dried anterior cruciate ligament allograft and a ligament augmentation device (LAD). An experimental study in a goat model. *Am J Sports Med.* 1987;15(6):528-38.
- Schindhelm K, Rogers GJ, Milthorpe BK, Hall PJ, Howlett CR, Sekel R, et al. Autograft and Leeds-Keio reconstructions of the ovine anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(267):278-93.
- Drez DJ Jr, DeLee J, Holden JP, Arnoczky S, Noyes FR, Roberts TS. Anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allografts. A biological and biomechanical evaluation in goats. *Am J Sports Med.* 1991;19(3):256-63.
- Jackson DW, Grood ES, Goldstein JD, Rosen MA, Kurzweil PR, Cummings JF, et al. comparison of patellar tendon autograft and allograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in the goat model. *Am J Sports Med.* 1993;21(2):176-85.
- Walton M. Absorbable and metal interference screws: comparison of graft security during healing. *Arthroscopy.* 1999;15(8):818-26.
- Boszotta H, Anderl W. A primary stability with tibial press-fit fixation of patellar ligament graft: a experimental study in ovine knees. *Arthroscopy.* 2001;17(9):963-970.
- Silva JLV, Tavares Filho GS, Namba MM, Pereira Filho FA, Barbosa MA, Albano M, et al. Estudo biomecânico, "in vitro", em ovinos, da fixação femoral do tendão patelar na reconstrução do LCA: comparação entre parafusos metálicos de interferência e a fixação sob pressão com bloco ósseo cônico. *Rev Bras Ortop.* 2003;38(2):400-9.