

Reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendões flexores quádruplos e parafusos de interferência metálicos*

JULIO CESAR GALI¹, MARCOS ANTONIO HARO ADAD², MAURÍCIO SANTE BETTIO MOD²

RESUMO

Existem muitas técnicas de reconstrução cirúrgica do ligamento cruzado anterior, utilizando diferentes tipos de enxertos e variados métodos de fixação. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo de tendões dos músculos semitendíneo e grátil, fixado com parafuso de interferência metálico, em 64 casos, avaliados segundo o protocolo do International Knee Documentation Committee. A idade dos pacientes variou de 14 a 46 anos (média de 30,9) e o seguimento, entre 12 e 38 meses (média de 21,5). Na avaliação final, os joelhos de 93,6% dos pacientes foram graduados como normais ou próximos do normal. A técnica é mais uma opção para reconstrução do ligamento, a custo acessível.

Unitermos – Semitendíneo-grátil; parafuso metálico; ligamento cruzado anterior

INTRODUÇÃO

As técnicas de reconstrução e a reabilitação pós-operatória do ligamento cruzado anterior (LCA) têm sido constantemente aperfeiçoadas nos últimos anos, mas ainda não temos certeza absoluta de qual deva ser o enxerto ideal e o método de fixação a serem utilizados.

* Trabalho realizado no Hospital Evangélico de Sorocaba, SP.

1. Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; Médico do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Centro de Ciências Médicas e Biológicas da PUC-SP.

2. Membro Titular da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia.

Endereço para correspondência: Julio Cesar Gali, Av. Barão de Tatuí, 372 – 18030-000 – Sorocaba, SP. E-mail: juligali@apice.med.br

Recebido em 2/7/01. Aprovado para publicação em 2/4/02.

Copyright RBO2002

ABSTRACT

Anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled semitendinous-gracilis and metallic interference screws

There are many anterior cruciate ligament surgical reconstruction techniques using different kinds of grafts and several fixation methods. The objective of this article is to show the results of anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled semitendinous-gracilis and metallic interference screws in 64 cases, according to the International Knee Documentation Committee protocol. Patient age ranged from 14 to 46 years (mean age 30.9) and follow-up ranged from 12 to 38 months (mean follow-up 21.5 months). In the final evaluation, 93.6% of the patients knees were classified as normal or nearly normal. The technique is another option for ligament reconstruction at an affordable cost.

Key words – Hamstring; metallic screw; anterior cruciate ligament

A tendência atual é de usar um enxerto biológico forte, promover reconstrução anatômica e efetuar reabilitação precoce. Os protocolos de reabilitação pós-operatória praticados atualmente enfatizam ganho do arco de movimentação total e apoio precoce, retorno rápido da função neuromuscular e da propriocepção. Nas fases iniciais da reabilitação a fixação do enxerto é o elo mais fraco de todo o sistema⁽¹⁾.

Os enxertos autólogos mais comumente utilizados para a substituição do LCA são o de “osso-terço médio do ligamento patelar-osso” e o dos tendões do semitendíneo e grátil, sendo que os últimos já são os auto-enxertos mais frequentemente usados nos Estados Unidos⁽²⁾.

Existem diferentes formas de fixação do enxerto dos tendões flexores, como a transfixação (*trans-fix* ou *bone mulch*), o *endobutton*, as âncoras, parafusos como poste e os parafusos de interferência, sejam absorvíveis ou metálicos.

O objetivo deste trabalho é avaliar os resultados da reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo dos tendões do semitendíneo e grátil, fixado por parafusos de interferência de titânio, segundo o protocolo do *International Knee Documentation Committee* (IKDC).

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliamos, segundo o protocolo do IKDC, 64 pacientes submetidos à reconstrução artroscópica do LCA no Hospital Evangélico de Sorocaba-SP, nos quais utilizamos enxertos de tendões flexores, fixados por parafusos de interferência de titânio.

A idade dos pacientes variou de 14 a 46 anos (média de 30,9 anos) (tabela 1); 58 (90,6%) eram do sexo masculino e seis (9,3%), do feminino; o joelho direito foi acometido em 38 pacientes (59,3%) e o esquerdo, em 26 casos (40,6%). O seguimento variou de 12 a 38 meses (média de 21,5 meses).

Técnica cirúrgica: o paciente, sob raquianestesia, é posicionado em decúbito dorsal, com garroteamento pneumático na raiz da coxa.

Fazemos uma incisão longitudinal de cerca de 4cm, que se inicia a 2cm da interlinha articular medial, com sentido distal. Abrimos a fáscia do sartório, em linha com a direção dos tendões do grátil e semitendíneo, expondo e dissecando proximal e individualmente esses tendões.

TABELA 1
Distribuição dos pacientes segundo a faixa etária
Patient distribution according to age

Faixa etária	Freqüência	
	N	%
≤ a 20 anos	6	9,3
21 a 30 anos	22	34,3
31 a 40 anos	26	40,6
> 40 anos	10	15,6
Total	64	99,8

Fonte: Hospital Evangélico de Sorocaba
N = número absoluto

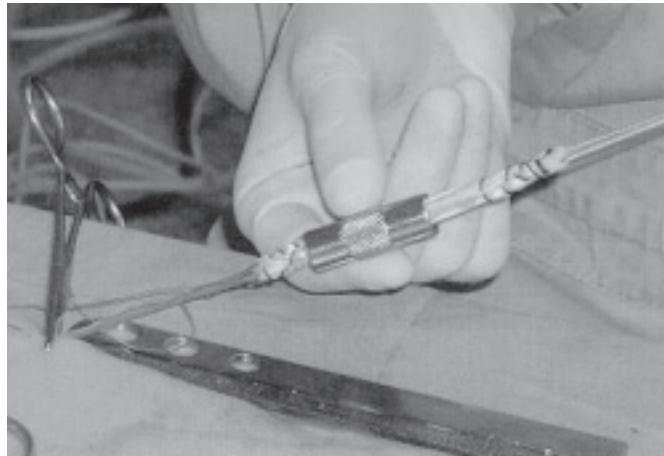


Fig. 1 – Enxerto quádruplo de semitendíneo e grátil

Fig. 1 – Quadrupled semitendinous-gracilis graft

Liberamos a inserção dos tendões flexores e chuleamos a extremidade de cada um deles com fio de sutura *Ethibond® 2*. Na seqüência passamos o fio com o tendão do músculo semitendíneo por um extrator de tendão, posicionamos o joelho como um “4” e empurramos o extrator de tendão proximalmente, mantendo tração no fio, até que a origem do tendão seja liberada de seu corpo muscular. Repetimos o mesmo procedimento com o tendão do músculo grátil.

Numa mesa auxiliar um membro da equipe prepara o enxerto: limpa-se a porção muscular de cada tendão, cortando-o em sua região proximal, no comprimento de 20cm; faz-se também um chuleio de *Ethibond® 2* na outra extremidade de cada tendão.

Colocam-se os tendões lado a lado, dobrando-os sobre um fio *Ethibond® 5*. Em seguida, as terminações do enxerto são suturadas, unindo os tendões um ao outro, com *Vicryl 0*. Na porção que será colocada no fêmur, os tendões são suturados por 3cm; na porção tibial a sutura é feita por 4cm; delineia-se esses pontos no enxerto com marcador apropriado. A porção articular não é suturada. O diâmetro do enxerto construído é então medido (figura 1).

A reconstrução do ligamento é feita sob controle artroscópico, nos sítios anatômicos de origem e inserção do LCA original; fazemos os túneis tibial e femoral com diâmetro igual ao do enxerto.

Antes da introdução do enxerto fazemos um pequeno entalhe na porção proximal do túnel femoral, para evitar rotação do parafuso ao redor do enxerto. No fêmur utilizamos um parafuso de 25mm de comprimento e diâmetro



Fig. 2
Radiografia
pós-operatória,
na incidência
ântero-posterior

Fig. 2
Post-operative
X-ray, anterior-
posterior view



Fig. 3
Radiografia
pós-operatória,
na incidência
de perfil

Fig. 3
Post-operative
X-ray,
lateral view

1mm mais estreito que o do túnel ósseo; o parafuso é introduzido sob fio-guia enquanto aplicamos tensão nas extremidades do enxerto.

Para a tibia optamos por um parafuso de 30mm de comprimento e diâmetro igual ao do túnel. Tanto no fêmur quanto na tibia, o parafuso é colocado o mais próximo possível da superfície articular (figuras 2 e 3).

São feitos pontos por planos, sem usar dreno de sucção e realizamos enfaixamento compressivo.

Pós-operatório e reabilitação: o enfaixamento permanece apenas por um dia. Desde o início da recuperação enfatizamos a importância de manter a extensão total, a fim de evitar limitação desta.

Já no primeiro dia de pós-operatório permitimos marcha com muletas e apoio do membro operado, de acordo com a tolerância à dor; o paciente é encorajado a andar corretamente e a dispensar o uso das muletas assim que tiver confiança, o que é conseguido por volta de uma semana.

No quinto dia é iniciada hidroterapia, com curativo impermeável; exercícios na bicicleta ergométrica começam na segunda semana.

Com um mês de pós-operatório a maioria dos pacientes consegue flexão total. Nessa época começamos exercícios de fortalecimento para o quadríceps, em cadeia fechada, no *leg-press* horizontal, e permitimos natação.

No segundo mês pós-operatório efetuamos exercícios de resistência progressiva para toda a musculatura do membro inferior; corridas são iniciadas no terceiro mês.

No quarto mês o paciente realiza treino das habilidades específicas do esporte que pretende praticar; em outras palavras, inicia a prática de seus fundamentos, como, por exemplo, a recepção, o passe, o levantamento e o saque, no voleibol; no sexto mês é permitido retorno ao esporte.

A avaliação dos resultados foi baseada no protocolo do *International Knee Documentation Committee* (IKDC) apresentado em 1991 e revisto em 1993, já publicado anteriormente⁽³⁾.

São observados a avaliação subjetiva; sintomas (dor, derrame articular, falseamentos parciais e falseamentos completos) e o grau de atividade (estrénuia, moderada, leve ou sedentária) de sua ocorrência; a mobilidade articular e a estabilidade ligamentar.

Cada categoria recebe uma graduação: A = normal, B = próximo ao normal, C = anormal ou D = muito anormal. A avaliação final A, B, C ou D é dada pelo pior grau verificado em cada categoria.

RESULTADOS

Durante a reconstrução cirúrgica do LCA encontramos lesão do menisco medial em 18 pacientes (28,1%); do la-

teral, em 22 indivíduos (34,3%); em seis pacientes (9,3%), ambos estavam lesados; e em 18 casos (28,1%) ocorreram lesões isoladas do LCA (tabela 2).

No grupo 1 (avaliação subjetiva), 41 pacientes (64,0%) consideraram o joelho operado como normal (A); 19 (29,6%), como próximo ao normal (B); dois (3,1%) como anormal (C), e outros dois (3,1%) julgaram como muito anormal (D).

Pela informação dos pacientes relativa aos seus sintomas (grupo 2), 55 joelhos operados (85,9%) foram considerados normais (A); seis (9,3%), como próximos ao normal (B); dois (3,1%) foram classificados como sendo anormais (C); e um (1,5%) como muito anormal (D).

Avaliando o grau de mobilidade (grupo 3), não encontramos nenhum déficit de flexão ou extensão; portanto, todos os 64 joelhos (100,0%) foram considerados normais.

Quanto à avaliação ligamentar (grupo 4), 51 joelhos operados (79,6%) foram considerados normais (A); 12 (18,7%), como próximos ao normal (B); e um (1,5%), como muito anormal (D).

Na avaliação final, os joelhos de 41 pacientes (64,0%) foram graduados como normais (A); 19 (29,6%) foram classificados próximos aos normais (B); dois (3,1%) foram avaliados como anormais (C); e outros dois (3,1%), avaliados como muito anormais (D) (tabela 3).

Como complicações tivemos uma ruptura traumática do enxerto, aos sete meses de pós-operatório; um caso com infecção superficial; um quadro comprovado de embolia pulmonar, no 13º dia de pós-operatório, e uma soltura do parafuso femoral, aos 21 meses de pós-operatório.

TABELA 2
Distribuição dos pacientes segundo as lesões meniscais associadas
Patient distribution according to associated meniscal lesions

Lesões associadas	N	Freqüência
	N	%
Menisco medial	18	28,1
Menisco lateral	22	34,3
Ambos os meniscos	6	9,3
Lesões isoladas do LCA	18	28,1
Total	64	99,8

Fonte: Hospital Evangélico de Sorocaba
N = número absoluto

DISCUSSÃO

O enxerto quádruplo de tendões do semitendíneo e grátil tem sido uma opção cada vez mais comum, devido à morbidade associada ao uso do tendão patelar.

Larson e Ericksen⁽⁴⁾ acreditam que um enxerto com vários cabos seja melhor para obtenção de nutrientes por difusão ou crescimento vascular, porque existe aumento de sua superfície e menor profundidade de penetração necessária para revascularização e difusão de substâncias nutritivas.

Esses autores mostraram que o enxerto de tendões flexores possui uma área de secção transversal de colágeno maior que o enxerto de tendão patelar de 10mm de largura.

Estudos biomecânicos mostraram que a força necessária para falha do ligamento cruzado anterior original é de 2.160 newtons (N)⁽⁵⁾; para o enxerto de tendão patelar é de 2.977N⁽⁶⁾ e, para o enxerto de tendões do semitendíneo e grátil quádruplos, de 4.140N⁽⁷⁾.

Brand *et al*⁽¹⁾ reportaram que o apoio do membro operado e os exercícios de reabilitação acontecem quando o elo mais fraco do ligamento reconstruído é a fixação do enxerto, e que a força e a rigidez da fixação são a chave para diminuir a mobilidade do enxerto, enquanto a integração se processa.

Parece lógico, portanto, que o tipo de enxerto talvez não seja o único fator que deva ser considerado para determinar sua força, mas também seu método de fixação.

O enxerto quádruplo de tendões do semitendíneo e grátil pode ser fixado no fêmur por transfixação, como o *transfix* ou o *bone mulch*, pelo *endobutton*, por âncoras ou parafusos de interferência, sejam absorvíveis ou metálicos. Na tíbia, as opções são parafusos como poste e parafusos de interferência.

TABELA 3
Distribuição percentual da avaliação dos pacientes dentro de cada grupo
Patient evaluation in percentage in each group

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Avaliação final
Grau A	64,0	85,9	100,0	79,6	64,0
Grau B	29,6	9,3	0,0	18,7	29,6
Grau C	3,1	3,1	0,0	0,0	3,1
Grau D	3,1	1,5	0,0	1,5	3,1

Fonte: Hospital Evangélico de Sorocaba
N = número absoluto

Brand *et al*⁽¹⁾ relataram que, ao contrário do ligamento original, a maioria dos métodos de fixação é distante da superfície articular. Para eles, a fixação por *endobutton* é indireta.

O conjunto enxerto-*tape-endobutton* seria comparado a uma corrente segura a postes por material elástico em suas extremidades. Se uma força é aplicada à corrente, o material elástico, e não a corrente, é que se deslocará pela carga tensiva.

Fu *et al*⁽²⁾ denominaram esse fenômeno como “efeito de corda elástica”, que poderia produzir movimentação longitudinal do enxerto dentro dos túneis. Essa movimentação do enxerto no túnel femoral também poderia ocorrer nos métodos de transfixação⁽¹⁾.

O parafuso de interferência metálico permite a fixação anatômica do enxerto, ou seja, o mais próximo possível da superfície articular, fato que pode minimizar o deslocamento anterior da tíbia e aumentar a estabilidade⁽⁸⁾.

Caborn *et al*⁽⁹⁾ não verificaram diferença biomecânica entre os parafusos de interferência metálico e absorvível; concluíram que a preparação cuidadosa do enxerto e a confecção dos túneis com diâmetro adequado permitem que o enxerto de tendões do grácil/semitendíneo, fixado com parafuso de interferência, seja submetido às cargas de baixa intensidade da reabilitação, enquanto ocorre a integração com o osso.

Grana *et al*⁽¹⁰⁾, num estudo experimental com coelhos, encontraram evidência de incorporação de enxerto de tendão semitendíneo após três semanas. Já Pinczewski *et al*⁽¹¹⁾ observaram continuidade de fibras colágenas entre osso e enxerto de tendões flexores em dois casos de revisão por ruptura intra-substancial do enxerto, ocorrida com 12 e 15 semanas de pós-operatório.

O parafuso de interferência que temos utilizado nos últimos três anos é de titânio, o que possibilita realização de ressonância magnética, se houver necessidade. Tem como características possuir cabeça redonda e rosca romba, para evitar laceração no enxerto (figura 4).

Notamos que a introdução do parafuso femoral é mais facilmente obtida se o diâmetro do implante for 1mm menor que o do túnel; para a tíbia, considerada o sítio mais fraco desse tipo de reconstrução⁽¹²⁾, usamos parafuso de diâmetro igual ao do túnel e de 30mm de comprimento, para aumentar o contato entre o enxerto e o osso.

Weiler *et al*⁽¹²⁾, num estudo experimental com novilhos, verificaram que parafusos mais longos produzem aumento

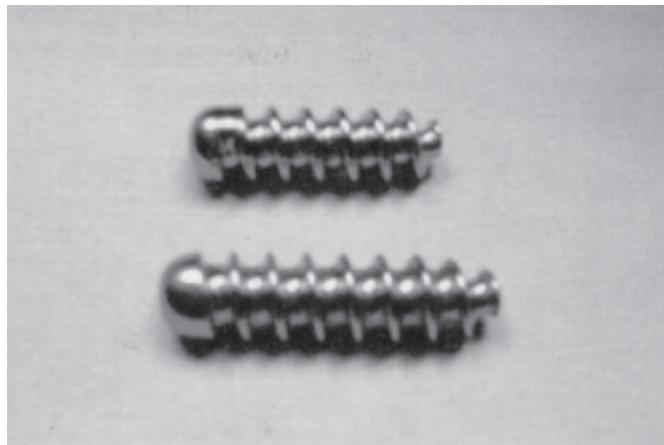


Fig. 4 – Parafusos de interferência de titânio

Fig. 4 – Titanium interference screws

da força de fixação maior que o realizado pelo aumento do diâmetro dos implantes.

Atualmente, temos usado fixação suplementar, amarrando os fios de sutura em parafuso transtibial como poste, em pacientes cuja densidade mineral óssea da tíbia possa estar diminuída, especialmente em mulheres^(13,14).

Na avaliação de nossa casuística pelo grupo 1 (avaliação subjetiva), 41 pacientes (64,0%) consideraram o joelho operado como normal (A); 19 (29,6%), como próximo ao normal (B); dois (3,1%), como anormal (C); e outros dois (3,1%) julgaram como muito anormal (D).

Pela informação dos pacientes relativa aos seus sintomas (grupo 2), 55 joelhos operados (85,9%) foram considerados normais (A); seis (9,3%), como próximos ao normal (B); dois (3,1%) foram classificados como anormais (C); e um (1,5%) como muito anormal (D).

Avaliando o grau de mobilidade (grupo 3), não encontramos nenhum déficit de flexão ou extensão; portanto, todos os 64 joelhos (100,0%) foram considerados normais. Quanto à avaliação ligamentar (grupo 4), 51 joelhos operados (79,6%) foram considerados normais (A); 12 (18,7%), como próximos ao normal (B); e um (1,5%) como muito anormal (D).

Na avaliação final, os joelhos de 41 pacientes (64,0%) foram graduados como normais (A); 19 (29,6%) foram classificados próximos ao normal (B); dois (3,1%) foram avaliados como anormais (C); e outros dois (3,1%), avaliados como muito anormais (D) (tabela 3). Em outras palavras, 93,6% dos nossos casos foram considerados normais ou próximos ao normal.

Do ponto de vista estatístico, a presença de lesões associadas foi considerada não analisável; portanto, não foi possível estabelecer a influência dessas lesões nos resultados.

Como complicações, tivemos uma ruptura traumática do enxerto (entorse), aos sete meses de pós-operatório. Esse caso teve graduação D (muito anormal) em nossa avaliação.

Harner⁽¹⁵⁾ considera rupturas do enxerto entre seis e nove meses após a cirurgia de reconstrução como falhas precoces, relativas à técnica cirúrgica. Poderíamos mesmo atribuir essas falhas à curva de aprendizado, comum em qualquer técnica cirúrgica nova.

Por outro lado, artigo recentemente publicado⁽¹⁶⁾ mostrou que, estatisticamente, atletas que tiveram uma lesão prévia do LCA têm risco muito maior de nova lesão, seja no joelho operado ou no contralateral, sendo maior o do joelho operado nos primeiros 12 meses de reconstrução.

Tivemos um caso com soltura do parafuso femoral, aos 21 meses de pós-operatório, um caso com infecção superficial e um caso de embolia pulmonar, este último sem precedentes na pesquisa bibliográfica que efetuamos.

Comparamos nossos resultados com os de Corry *et al*⁽¹⁷⁾, autores da única publicação utilizando tendões flexores e parafusos metálicos encontrada na literatura até a presente data.

Outros artigos mostram resultados do uso de enxerto de tendões flexores fixados no fêmur por métodos considerados tipo suspensório, em que a fixação se faz distante do ponto de origem anatômica do ligamento, conduta diferente da técnica que empregamos, que proporciona fixação anatômica (na origem e inserção do ligamento, no fêmur e tibia, respectivamente).

Na série de 81 pacientes avaliados por Corry *et al*⁽¹⁷⁾, incluídas as falhas atraumáticas e rupturas do enxerto, 38% dos joelhos foram graduados como normais (A), 51% como próximos ao normal (B), 5% como anormais (C) e 6% como muito anormais (D), ou seja, 89% dos pacientes foram graduados A ou B, resultados semelhantes aos nossos.

Comparando estes nossos resultados com outros obtidos utilizando enxerto de tendão patelar⁽³⁾, verificamos que existe uma tendência para maior grau de mobilidade e menor referência de dor no sítio de colheita, com o uso dos tendões do semitendíneo e grátil.

Provavelmente, isso está relacionado com a menor morbidade da retirada destes tendões, fato que também favorece a reabilitação, especialmente o ganho de flexão, já que instituímos extensão total imediata.

Marder *et al*⁽¹⁸⁾, comparando um grupo de pacientes em que a reconstrução do LCA foi feita com enxerto de tendão patelar e outro, no qual esta foi feita com os tendões do grátil e semitendíneo, encontraram, no primeiro grupo, 11% de casos com sensibilidade no ápice patelar, contra nenhum, no grupo dos tendões flexores.

Já Corry *et al*⁽¹⁷⁾ relatam que, um ano após a cirurgia, 56% dos pacientes cuja reconstrução foi efetuada com enxerto de tendão patelar apresentavam dor para ajoelhar, decrescendo para 31% dos casos, ao completar dois anos de pós-operatório.

Quanto à avaliação ligamentar, notamos, comparativamente, melhores resultados com o uso dos tendões flexores. Nesse caso, acreditamos que a fixação anatômica empregada esteja diretamente relacionada à maior estabilidade. Como já comentamos, Ishibashi *et al*⁽⁸⁾ acreditam que esse tipo de fixação pode aumentar a estabilidade ligamentar.

Concluindo, a técnica que realizamos é mais uma opção para reconstrução do ligamento cruzado anterior, utilizando um enxerto forte, cuja colheita é de menor morbidade, fato que pode produzir menos dor e proporcionar ao paciente retorno mais rápido às atividades diárias.

Como o tempo de integração enxerto-osso pode ser mais longo que o do tendão patelar, recomendamos maior cuidado com a reabilitação agressiva nas fases iniciais.

O método de fixação pode produzir fixação anatômica, fator importante para a estabilização. Ao contrário dos parafusos absorvíveis, os parafusos metálicos têm custo acessível, possibilitam a visualização dos túneis nas radiografias convencionais e, por ser de titânio, permitem a realização de ressonância magnética, se houver necessidade.

Apesar dos resultados satisfatórios, existe a necessidade de seguimento a longo prazo, para podermos estabelecer conclusões mais sólidas.

REFERÊNCIAS

1. Brand Jr. J., Weiler A., Caborn D.N., Brown C.H., Johnson D.L.: Graft fixation in cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 28: 761-774, 2000.
2. Fu F.H., Bennett C.H., Lattermann C., Ma C.B.: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. Am J Sports Med 27: 821-830, 1999.
3. Gali J.C., Camanho G.L.: Reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto de tendão patelar: avaliação pelo protocolo do IKDC. Rev Bras Ortop 32: 653-661, 1997.
4. Larson R.V., Erickson D.: Complications in the use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. Sports Med Arthrosc Rev 5: 83-90, 1997.

5. Woo S.L.-Y., Hollis J.M., Adams D.J., Lyon R.M., Takai S.: Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med* 19: 217-225, 1991.
6. Cooper D.E., Deng X.H., Burstein A.L., Warren R.F.: The strength of the central third patellar tendon graft. A biomechanical study. *Am J Sports Med* 21: 818-824, 1993.
7. Hamner D.L., Brown Jr. C.H., Steiner M.E., Hecker A.T., Hayes W.C.: Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg [Am]* 81: 549-557, 1999.
8. Ishibashi Y., Rudy T.W., Livesay G.A., Stone J.D., Fu F.H., Woo S.L.-Y.: The effect of anterior cruciate ligament graft fixation site at the tibia on knee stability: evaluation using a robotic testing system. *Arthroscopy* 13: 177-182, 1997.
9. Caborn D.N., Coen M., Neef R., Hamilton D., Nyland J., Johnson D.L.: Quadrupled semitendinosus-gracilis autograft fixation in the femoral tunnel: a comparison between a metal and a bioabsorbable interference screw. *Arthroscopy* 14: 241-245, 1998.
10. Grana W.A., Egle D.M., Mahnken R., Goodhart C.W.: An analysis of autograft fixation after anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model. *Am J Sports Med* 22: 344-351, 1994.
11. Pinczewski L.A., Clingeleffer A.J., Otto D.D., Bonar S.F., Corry I.S.: Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 13: 641-643, 1997.
12. Weiler A., Hoffmann R.F., Siepe C.J., Kolbeck S.F., Südkamp N.P.: The influence of screw geometry on hamstring tendon interference fit fixation. *Am J Sports Med* 28: 356-359, 2000.
13. Brand Jr. J.C., Pienkowski D., Steenlage E., Hamilton D., Johnson D.L., Caborn D.N.M.: Interference screw fixation strength of a quadruple hamstring tendon graft is directly related to bone mineral density and insertion torque. *Am J Sports Med* 28: 705-710, 2000.
14. Noojin F.K., Barrett G.R., Hartzog C.W., Nash C.R.: Clinical comparison of intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous semitendinosus and gracilis tendons in men versus women. *Am J Sports Med* 28: 783-789, 2000.
15. Harner C.D.: Evaluation of the failed ACL. *Instructional Course Lecture*. American Academy of Orthopaedic Surgeons 68th Annual Meeting, San Francisco, 2001.
16. Orchard J., Seward H., McGivern J., Hood S.: Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* 29: 196-200, 2001.
17. Corry I.S., Webb J.M., Clingeleffer A.J., Pinczewski L.A.: Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med* 27: 444-454, 1999.
18. Marder R.A., Raskind J.R., Carroll M.: Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 19: 478-484, 1991.