

Resultado a médio prazo da reconstrução da lesão crônica do ligamento cruzado anterior com prótese de poliéster*

OSMAR PEDRO ARBIX DE CAMARGO¹, NILSON ROBERTO SEVERINO², TATSUO AIHARA³, RICARDO DE PAULA LEITE CURY⁴, VICTOR MARQUES DE OLIVEIRA⁴

RESUMO

Estudo retrospectivo de 29 casos de frouxidão crônica do ligamento cruzado anterior, tratados cirurgicamente de janeiro de 1992 a fevereiro de 1994, na reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando-se um ligamento artificial de poliéster. Foram operados 29 pacientes, dentre os quais 25 deles (22 homens e três mulheres) com idade média de 29 anos (19 a 46 anos); foram seguidos por tempo médio de quatro anos e cinco meses. A reavaliação compreendeu exame físico (testes de Lachman, gaveta anterior e *pivot shift*) e aplicação dos critérios de Lysholm. Os resultados mostraram grande incidência de ruptura do ligamento artificial (14 pacientes, 56%) após 15 meses em média de sua implantação, com retorno da frouxidão pré-operatória. Em oito pacientes, foram realizados novos procedimentos artroscópicos, constatando-se a ruptura já diagnosticada e sendo realizadas análises histológicas, que mostraram o crescimento de tecido fibroso desorganizado com sinais de reação inflamatória tipo “corpo estranho”, sem semelhança com estrutura ligamentar. Os resultados sugerem que o atual ligamento artificial utilizado não é um dispositivo efetivo na reconstrução das lesões crônicas do ligamento cruzado anterior.

Unitermos – Ligamento cruzado anterior; reconstrução; prótese de poliéster

ABSTRACT

Reconstruction of the anterior cruciate ligament with a polyester prosthetic device. Medium term results

This paper is a retrospective study of 29 cases of chronic anterior laxity of the knee surgically treated between January 1992 and February 1994, using a polyester prosthetic ligament for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. The medium term results (mean follow up of four years and five months) refer to 25 patients (22 men and three women) aged between 19 and 46 years, mean age 29y. The evaluation included a clinical examination (Lachman, anterior draw, and pivot shift tests) and the Lysholm's knee score. Results showed a high incidence of rupture of the prosthetic ligament (14 patients, 56%) after an average of 15 months, and recurrence of the preoperative laxity. In eight cases a second arthroscopic viewing was performed, with biopsies being submitted to light microscopy analysis in seven of them. Microscopic findings were classified with regard to fibrous proliferation and inflammatory reaction. The histological study demonstrated a disorganized fibrotic tissue with an inflammatory “foreign body” reaction, and the newly formed fibrotic tissue had not resemblance with the normal ligamentous structure. The results suggest that the artificial ligament applied is not an effective device for the reconstruction of the anterior cruciate ligament.

Key words – Anterior cruciate ligament; reconstruction; polyester prosthetic device

* Trabalho realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Pavilhão “Fernandinho Simonen” (DOT-SCMSP).

1. Diretor do Departamento de Ortopedia e Traumatologia; Professor Consultor do Grupo de Joelho.
2. Chefe do Grupo de Afecções do Joelho e Artroscopia.

3. Médico 1º Assistente.

4. Médico 2º Assistente.

Endereço para correspondência: Rua Dr. Cesário Motta Jr., 112 – 01277-900 – São Paulo, SP.

Recebido em 1/9/00. Aprovado para publicação em 13/3/01.

Copyright RBO2001

INTRODUÇÃO

A reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é um procedimento comum em ortopedia, principalmente em pacientes jovens, cujas lesões geralmente decorrem da prática desportiva. Essa lesão provoca instabilidade funcional e degeneração articular progressiva⁽¹⁻⁴⁾.

Em relação à forma do procedimento, existe uma questão controversa: realizar a reconstrução com enxertos autólogos como o terço médio do tendão patelar⁽⁵⁾ ou os tendões da “pata de ganso”; com enxertos homólogos, ou com a utilização de próteses ligamentares? As próteses apresentam as seguintes vantagens: incisões reduzidas, traumatismo operatório menor, fácil implantação sob controle artroscópico, menor tempo cirúrgico, reabilitação mais rápida, acelerando o retorno à prática desportiva. As suas limitações podem ser de ordem biológica, como a reação articular a corpo estranho e as sinovites, ou de ordem mecânica, como a sua ruptura e conseqüente instabilidade.

As próteses podem ser classificadas de acordo com o material de fabricação, sendo basicamente de fibra de carbono ou de polímeros de hidrocarbonetos. Estes últimos, no entanto, são fabricados por diferentes empresas, apresentando diferenças quanto a sua composição, forma e mesmo nomenclatura, como, por exemplo: *Goretex* (W.L. Gore, Flagstaff, Arizona)⁽⁶⁾, ligamento de polipropileno⁽⁷⁾, prótese de poliéster *Stryker-Meadox* (Meadox, Oakland, Nova Jérsei; e *Dacron*, DuPont, Wilmington, Delaware), *Proflex* (Lab. Protek, Berne, Suíça) e a prótese *Leeds-Keio* (Biomet, Bridgend, South Glamorgan, Reino Unido)⁽⁸⁾.

A prótese de poliéster é um dispositivo que se comporta como um leito para crescimento tecidual. A prótese e a técnica foram desenvolvidas por Fujikawa *et al*⁽⁸⁾, que observaram em animais a proliferação de fibrose organizada com crescimento nos interstícios das fibras da prótese, com o mínimo de reação sinovial. Nesse modelo a força de tensão é de aproximadamente 2.100N, cerca de 20% mais resistente que o ligamento natural de um adulto jovem, que é de 1.730N⁽⁹⁾, e a elasticidade do enxerto assemelha-se à do ligamento natural.

O objetivo deste trabalho é analisar os resultados a médio prazo de uma série de pacientes com lesão crônica do LCA tratados cirurgicamente com o emprego de ligamento artificial de poliéster.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

No período de janeiro de 1992 a fevereiro de 1994, foram 29 cirurgias de reconstrução de lesões crônicas do LCA,

com ligamento artificial de poliéster de alta tenacidade, produto de reação de policondensação sob temperatura e pressão controladas do dimetiltereftalato com etileno-glicol, cuja força de tensão é de 2.707N (Engimplan, Rio Claro, Brasil). Dos 29 pacientes, quatro foram descartados por falta de seguimento, pois mudaram-se e não retornaram para controle clínico ambulatorial. O seguimento foi em média de três anos e cinco meses, sendo o mais longo de cinco anos e cinco meses e, o mais curto, de três anos e seis meses de pós-operatório. A idade média dos pacientes na cirurgia era de 29,7 anos (19 a 46 anos); 22 dos pacientes eram do sexo masculino (88%) e três do feminino (12%). Todos apresentavam lesão crônica do ligamento cruzado anterior, dos quais 11 (44%) com uma lesão do menisco medial associada.

Os resultados foram avaliados objetivamente pelas manobras de Lachman, gaveta anterior e *pivot shift* e subjetivamente pelo teste de Lysholm e Gillquist⁽¹⁰⁾. Os pacientes eram ainda questionados sobre a sua satisfação quanto ao resultado da cirurgia e se estavam praticando esporte no mesmo nível que antes da lesão.

Nos casos em que ocorreu ruptura da prótese ligamentar e que foram submetidos a nova operação, foi realizado estudo sistemático por microscopia óptica de amostras na zona de ruptura, nos túneis ósseos e na região em que o ligamento foi fixado ao osso. O material da biópsia foi fixado em formalina e os cortes histológicos foram corados pela hematoxilina-eosina e pelo tricrômico de Masson para avaliação dos seguintes parâmetros: presença de células inflamatórias, de reação de corpo estranho e reação fibroblástica (células, produção de colágeno e sua disposição). O aspecto histológico foi dividido ainda em cinco categorias, citadas em outros trabalhos da literatura^(11,12):

- 1) alterações inflamatórias com infiltrado de polimorfonucleares neutrófilos.
- 2) infiltrado mononuclear com proliferação fibroblástica precoce.
- 3) proliferação fibroblástica ativa com persistência de infiltrado mononuclear.
- 4) proliferação fibroblástica ativa com formação de colágeno maduro precoce.
- 5) formação de cicatriz madura com largas bandas de colágeno e poucos fibroblastos.

Técnica cirúrgica

Com o paciente em decúbito dorsal foram executados os testes de Lachman, gaveta anterior e *pivot shift* para con-

firmação da lesão do ligamento cruzado anterior e para comparação com o resultado pós-operatório imediato. Após os procedimentos de assepsia e anti-sepsia, foi realizado o esvaziamento sanguíneo do membro, utilizando-se faixas de Esmarch e em seguida garrote pneumático aplicado na raiz da coxa com pressão de 400mm de Hg, para conseguir hemostasia.

Realizou-se primeiramente artroscopia para confirmação da lesão do ligamento cruzado anterior e, em alguns casos, das lesões meniscais associadas, as quais foram tratadas com meniscectomia parcial, não tendo sido efetuada em nenhum paciente a sutura meniscal. A seguir ressecaram-se os restos do ligamento cruzado anterior e dos osteófitos ao nível da fossa intercondilar, providenciando-se seu alargamento com osteótomos e fresas motorizadas na sua parte lateral.

Com o auxílio de guia específico, perfurou-se o túnel tibial em ponto imediatamente anterior e medial à inserção do ligamento cruzado anterior.

Através de segunda incisão longitudinal de 5cm de comprimento, na face lateral do terço distal da coxa, preparou-se a superfície lateral do fêmur para fixação do ligamento e, na região ântero-medial da tibia, executou-se incisão semelhante. Duas arruelas ósseas de 9mm de diâmetro por 10 a 15mm de profundidade foram confeccionadas, utilizando-se trefina, próximo à saída dos túneis na tibia e no fêmur, para fixação final do ligamento artificial, segundo a técnica de Marczyk e Gomes*.

A prótese era enlaçada e puxada por via retrógrada exteriorizando-se na face lateral da coxa. Portanto, a fita de poliéster emergiu no túnel tibial, ocupando a posição original do LCA e depois passou sobre o topo do côndilo femoral lateral, saindo da articulação através de abertura previamente criada. Com o joelho em flexão de aproximadamente 20° a prótese foi tensionada e fixada no fêmur e na tibia com as arruelas ósseas fixadas por meio de um parafuso e arruela metálica, promovendo-se a compressão interfragmentária com a fita aprisionada firmemente no seu interior.

A estabilidade conseguida correspondeu à anulação dos testes de Lachman e do *pivot shift*, previamente positivos.

Após a sutura por planos das duas pequenas incisões, o membro foi imobilizado através de uma tala inguinomaleolar com 30° de flexão.

* Marczyk L.R., Ellera Gomes J.L.: Anterior cruciate ligament reconstruction with artificial ligaments. 5º Simpósio Internacional de Ligamentos Artificiais, Fev. 88, Palm Springs, CA, EUA.

No pós-operatório, o paciente permaneceu com a tala por 14 dias, quando então foi removida juntamente com os pontos e foram iniciados exercícios de flexo-extensão ativa. Apoio total sem muletas foi liberado após duas semanas. Ao final do segundo mês, iniciaram-se os exercícios com a bicicleta ergométrica. Corrida em linha reta e em terreno plano foi liberada ao final do terceiro mês. O retorno ao esporte foi permitido ao final do quarto mês, quando os pacientes apresentaram boa recuperação da força muscular.

RESULTADOS

A análise dos resultados foi feita dividindo os pacientes em três grupos, da seguinte maneira:

Bom: teste de Lachman negativo ou +/+++; gaveta anterior negativa ou +/+++; *pivot shift* negativo e teste de Lysholm superior a 90.

Regular: teste de Lachman ++/+++; gaveta anterior ++/+++; *pivot shift* +/+++ e teste de Lysholm entre 75 e 90.

Mau: sinais clínicos evidentes de frouxidão com o teste de Lachman +++/+++; gaveta anterior +++/+++; *pivot shift* ++ ou +++/+++ e teste de Lysholm inferior a 75.

A evolução a médio prazo mostrou que 14 pacientes (56%) apresentaram ruptura do ligamento artificial em torno do 15º mês de pós-operatório, variando de cinco a 33 meses, sendo considerados como resultado ruim. Em três pacientes (12%) detectou-se resultado regular.

Na última avaliação realizada, apenas oito pacientes (32%) estavam satisfeitos com a cirurgia e apresentavam boa estabilidade do joelho operado, sendo considerados como bom resultado. Destes, porém, somente dois (8%) estavam praticando esporte no mesmo nível que atingiam antes da lesão.

TABELA 1
Grau histológico predominante de integração
(O'Donoghue⁽¹¹⁾ e Marcacci *et al*⁽¹²⁾)

Casos	Nº biópsia	Grau
1- E.F.	9406674	4
2- S.D.A.	9510022	4
3- M.R.F.	9508744	3-5
4- A.A.F.	9513680	3-4
5- L.C.M.B.	19713/94	4
6- P.A.R.C.	10837/94	4-5
7- O.S.J.	9601526	4-5

Fonte: DOT-ISCMSP

Oito pacientes com ruptura do ligamento artificial foram submetidos a uma artroscopia e posterior retirada do material de implante. Através de artroscopia, pudemos observar que a ruptura ocorreu no nível da saída do túnel da tibia. Os ligamentos retirados foram histologicamente analisados em sete deles e observou-se a formação de proliferação fibrosa com variável deposição de colágeno ao redor das fibras de poliéster acompanhada de infiltrado de células inflamatórias com reação de corpo estranho. Esses resultados foram graduados de acordo com a classificação citada em Material e Métodos (tabela 1).

DISCUSSÃO

As lesões crônicas do ligamento cruzado anterior são geralmente tratadas mediante a reconstrução, utilizando-se enxertos autólogos. Este procedimento, no entanto, apresenta alguns pontos desfavoráveis: quando utilizamos o terço central do tendão patelar, tipo osso-tendão-osso, reconhecido em vários trabalhos como a melhor opção⁽¹³⁻¹⁸⁾, podem ocorrer os seguintes inconvenientes: dor patelofemoral incidindo em até 30% dos casos^(18-20,22,23), diminuição da amplitude de movimentos^(7,24-26), longo tempo para completa reabilitação do paciente (em torno de um ano); necessidade de retirar parte de uma estrutura sadia, importantíssima principalmente em atletas que necessitam saltar; falha do enxerto com recorrência da instabilidade, e a qualidade inferior do tendão transplantado comprovado artroscopicamente em alguns pacientes^(19,21). Outra opção de enxerto autólogo constitui-se na utilização de tendões componentes da “pata de ganso”, principalmente o semitendinoso e grácil. As complicações referentes ao uso do tendão patelar seriam contornadas; contudo, surgem em contrapartida dificuldades na fixação dos tendões dentro dos túneis ósseos e a menor resistência à tensão, comparando-se com o tendão patelar, no qual ocorre consolidação óssea mais confiável para submeter a articulação aos esforços necessários para a sua reabilitação precoce.

Foi com a intenção de resolver esses problemas que se desenvolveu a prótese ligamentar, que permitiria rápido retorno a qualquer atividade esportiva devido a sua boa fixação primária⁽²⁷⁾, sem sacrificar uma estrutura sadia e diminuindo a possibilidade das complicações acima descritas. Os primeiros ligamentos artificiais eram de fibra de carbono. Os trabalhos, realizados entre 1977 e 1982, afirmam que a solução para o tratamento da lesão crônica do ligamento cruzado anterior havia sido encontrada^(30,31). No entanto, trabalhos posteriores, com seguimento maior, mos-

tram que o ligamento artificial de fibra de carbono não induzia a formação de colágeno⁽³²⁾ e não se aderiu bem ao osso⁽²⁰⁾. Uma significativa parte dos pacientes apresentava dor persistente com derrames de repetição e espessamento da membrana sinovial devido à fragmentação das fibras de carbono, ficando a sinóvia escurecida e com reações granulomatosas tipo “corpo estranho”⁽³¹⁾. Esta comprovação fez com que o ligamento artificial de fibra de carbono fosse abandonado.

O substituto, então, foi o poliéster, material bastante conhecido pela sua resistência e compatibilidade biológica demonstradas nos enxertos vasculares. Esta prótese conseguiu resolver os problemas da dor patelofemoral, derrames de repetição e, devido à sua rápida fixação ao osso, permitia o retorno à atividade esportiva em torno de quatro meses. No entanto, a durabilidade desse ligamento e a estabilidade da articulação do joelho promovida por ele apresentam controvérsias na literatura.

Wilk e Richmond⁽³²⁾, em um estudo prospectivo com 84 pacientes em cinco anos de seguimento, afirmam que o ligamento promove estabilidade por longo período de tempo. Marczyk e Gomes referem alto nível de bons resultados a longo prazo utilizando-se da prótese analisada neste trabalho. Pascale *et al*⁽²⁶⁾ relatam 87% de resultados satisfatórios com o uso da prótese *GoreTex* de politetrafluoretileno no tratamento de lesões agudas e crônicas do ligamento cruzado anterior.

Outros estudos, porém, mostram elevada percentagem, cerca de 50%, de resultados insatisfatórios^(15,33-38). Schindhelm *et al*⁽³⁹⁾, por exemplo, contestam a teoria de que o ligamento artificial funcionaria como um andaime para uma proliferação organizada de colágeno. Gillquist e Odensten⁽³⁵⁾ afirmam que a estabilidade conseguida na cirurgia é perdida gradativamente, em cerca de 11,2% ao ano, principalmente quando há instabilidade medial associada. Denti *et al*⁽⁴⁰⁾ contra-indicam esse procedimento devido à deteriorização do ligamento artificial ao longo dos anos, propiciando o retorno da instabilidade do joelho.

Em nosso estudo, observamos elevado número de resultados insatisfatórios, com 56% de falha da cirurgia devido à ruptura do ligamento artificial e 12% de resultados regulares.

As causas de ruptura do ligamento artificial não estão bem esclarecidas. Existem hipóteses relacionadas à técnica operatória: confecção do túnel tibial posteriormente ao ponto médio da tibia⁽⁴¹⁾, impacto do ligamento na saída do túnel tibial ou no sulco intercondiliano e a falta de trata-

mento de lesões ligamentares associadas⁽³⁵⁾. Outras relacionam-se ao ligamento artificial: diminuição da resistência devido à sua não ligamentização⁽⁸⁾, reação de corpo estranho com aumento da permeabilidade do ligamento ao líquido sinovial^(1,41), liberação de micropartículas provocando reação inflamatória crônica que inibe a produção do novo ligamento^(42,43), incapacidade para reproduzir um implante que imite o ligamento cruzado anterior com os seus dois feixes e sua ampla inserção no fêmur e na tíbia^(44,45).

Em nosso estudo, observamos que, nos sete pacientes submetidos à artroscopia, a ruptura do ligamento artificial ocorreu na emergência do túnel tibial, por fadiga mecânica de suas fibras, que no movimento de flexo-extensão sofrem um processo de cisalhamento, acabando por romper-se. Nunca ocorreu ruptura nos pontos de fixação ou de tensão, podendo, portanto, ser um dispositivo útil na reconstrução de estruturas submetidas somente à tensão, como o tendão patelar, ligamentos colaterais, tendão de Aquiles, etc.

Através de estudo histológico desses ligamentos rompidos, comprovamos a habilidade do implante de induzir proliferação fibrosa, na maior parte das vezes matura em tor-

no dos filamentos de polietileno. No entanto, essa proliferação se fez de forma desordenada, não reproduzindo o aspecto do ligamento normal. A reação inflamatória de corpo estranho, induzida pelo material da prótese se crônica e em alguns casos persiste ativa, resultando em provável causa da diminuição da resistência por não ter sido refeito o ligamento original.

Comparando-se o nosso elevado índice de insucessos a médio prazo com a literatura consultada, o nosso trabalho vem confirmar a tendência atual de abandonar o ligamento artificial no tratamento da lesão crônica do ligamento cruzado anterior, até que surjam estruturas mais resistentes às forças de cisalhamento e que possam induzir a formação de um tecido com características histológicas e mecânicas semelhantes ao ligamento original.

COMENTÁRIOS FINAIS

A implantação de próteses ligamentares, para reconstrução do ligamento cruzado anterior, leva a resultados inicialmente satisfatórios, que tendem a deteriorar-se a médio prazo.

REFERÊNCIAS

- Andrish J.T., Woods L.D.: Dacron augmentation in anterior cruciate ligament reconstruction in dogs. *Clin Orthop* 183: 298-302, 1984.
- Marshall J.L., Olsson S.E.: Instability of the knee: a long-term experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg [Am]* 53: 1561, 1971.
- Marshall J.L., Rubin R. M., Wang J.B., Fetto J.F., Arnoczky S.P.: The anterior cruciate ligament: the diagnosis and treatment of its injuries and their serious prognostic implications. *Orthop Rev* 7: 35, 1978.
- Noyes F.R., Matthews M.D., Pekka A., Mooar M.D., Grood E.S.: The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part 2: The results of rehabilitation, activity modification and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg [Am]* 65: 163, 1983.
- Jones K.G.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament: a technique using the central one-third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg [Am]* 45: 925, 1963.
- Bolton C.W., Bruchman W.C.: The Goretex expanded polytetrafluoroethylene prosthetic ligament. An in vitro and in vivo evaluation. *Clin Orthop* 196: 202, 1985.
- Sprague N.F.: Motion limiting arthrofibrosis of the knee: the role of arthroscopic management. *Clin Sports Med* 6: 537-549, 1987.
- Fujikawa K., Iseki F., Seedhom B.B.: Arthroscopy after anterior cruciate reconstruction with the Leeds-Keio ligament. *J Bone Joint Surg [Br]* 71: 566, 1989.
- Noyes F.R., Grood E.S.: The strength of the anterior cruciate ligament in humans and rhesus monkeys: age-related and species-related changes. *J Bone Joint Surg [Am]* 58: 1074, 1976.
- Lysholm J., Gillquist J.: Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 10: 150-154, 1982.
- O'Donoghue D.H., Frank G.R., Kenyon R., et al: Repair and reconstruction of the anterior cruciate ligament in dogs. *J Bone Joint Surg [Am]* 53: 710-718, 1971.
- Marcacci M., et al: Histologic and ultrastructural findings of tissue ingrowth. The Leeds-Keio prosthetic anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 267: 115-121, 1991.
- Clancy W.G., Nelson D.A., Reider B., et al: Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg [Am]* 64: 352-359, 1982.
- Eriksson E.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* 7: 167-179, 1976.
- Gillquist J., Liljedahl S.O., Lindvall H.: Reconstruction for old rupture of the anterior cruciate ligament. *Injury* 2: 271-278, 1971.
- Johnson R.J., Eriksson E., Haggmark T., et al: Five to ten-year follow-up evaluation after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 183: 122-140, 1984.
- Kohn D.: Arthroscopic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction using a free patellar tendon autograft: a prospective, randomized study. *Clin Orthop* 254: 220-224, 1990.
- Roth J.H., Kennedy J.C., Lockstadt H., et al: Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament with or without extra-articular supplementation by transfer of the biceps femoris tendon. *J Bone Joint Surg [Am]* 69: 275-278, 1987.
- Halperin N., Hendel D., Fisher S., et al: Anterior cruciate ligament insufficiency syndrome. *Clin Orthop* 179: 179-184, 1983.
- Kieffer D.A., Curnow R.J., Southwell R.B., et al: Anterior cruciate ligament arthroplasty. *Am J Sports Med* 12: 301-312, 1984.

21. Meyers J.F., St. Pierre R.K., Sutter J.S., et al: Arthroscopic evaluation of anterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy* 2: 155-161, 1986.
22. Sachs R.A., Daniel D.M., Stone M.L., et al: Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 17: 760-765, 1989.
23. Straub T., Hunter R.E.: Acute anterior cruciate ligament repair. *Clin Orthop* 227: 238-250, 1988.
24. Graf B., Uhr F.: Complications of intraarticular anterior cruciate reconstruction. *Clin Sports Med* 7: 835-848, 1988.
25. Komblatt I., Warren R.F., Wickiewicz T.L.: Long-term follow-up of anterior cruciate ligament reconstruction using the quadriceps tendon substitution for chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 16: 444-448, 1988.
26. Pascale M.S., Indelicato P.A., Huegel M.O.: Early experience with the Gore-Tex anterior cruciate ligament prosthesis. *Am J Sports Med* 17: 55-62, 1989.
27. Friedman M.J.: Prosthetic anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med* 10: 499, 1991.
28. Jenkins D.H.R., Foster I.W., McKibbin B., et al: Induction of tendon and ligament formation by carbon implants. *J Bone Joint Surg [Br]* 59: 53-57, 1977.
29. Jenkins D.H.R., McKibbin B.: The role of flexible carbon-fibre implants as tendon and ligament substitutes in clinical practice. *J Bone Joint Surg [Br]* 62: 497-499, 1980.
30. Jenkins D.H.R.: The repair of cruciate ligaments with flexible carbon fibre: a longer term study of the induction of new ligaments and of the fate of the implanted carbon. *J Bone Joint Surg [Br]* 60: 520-522, 1978.
31. Harilainen A., Myllynen P.: Treatment of fresh tears of the anterior cruciate ligament: a comparison of primary suture and augmentation with carbon-fibre. *Injury* 18: 396, 1987.
32. Wilk R.M., Richmond J.C.: Dacron ligament reconstruction for chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 21: 374-380, 1993.
33. Barret G.R., Line L.L., Shelton W.R., et al: The dacron ligament prosthesis in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 21: 367-373, 1993.
34. Engström B., Wredmark T., Westblad P.: Patellar tendon or Leeds-Keio graft in the surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. *Clin Orthop* 295: 190-197, 1993.
35. Gillquist J., Odensten M.: Reconstruction of old anterior cruciate ligament tears with a dacron prosthesis. *Am J Sports Med* 21: 358-366, 1993.
36. Jenny J.Y., Jenny G., Daubresse F.: Résultats à moyen terme du remplacement du ligament croisé antérieur par trois types de prothèses en dacron. *Int Orthop* 15: 23-28, 1991.
37. Pullicino V.N.C., McCall I.W., Strover A.E.: MRI of the knee following prosthetic anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Radiol* 49: 89-99, 1994.
38. Vásquez E.L., Juan J.A., Vila E., et al: Reconstruction of the anterior cruciate ligament with a dacron prosthesis. *J Bone Joint Surg [Am]* 73: 1294-1299, 1991.
39. Schindhelm K., Rogers G.J., Milthorpe B. K., et al: Autograft and Leeds-Keio reconstructions of the ovine anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 267: 278-293, 1991.
40. Denti M., Bigoni M., Dodaro G., et al: Long-term results of the Leeds-Keio anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 3: 75-77, 1995.
41. Gupta B.N., Brinker W.O.: Anterior cruciate ligament in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 154: 1057-1061, 1969.
42. Claes L.E., Ludwig J., Margevicius K.J., et al: Biological response to ligament wear particles. *J Biomater Appl* 6: 1, 35-41, 1995.
43. Rushton N., Dandy D.J., Naylor C.P.E.: The clinical, arthroscopic and histological findings after replacement of the anterior cruciate ligament with carbon-fibre. *J Bone Joint Surg [Br]* 65: 308-309, 1983.
44. Girgis F.G., Marshall J.L., Al Monajem A.R.S.: The cruciate ligaments of the knee joint. An anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 106: 216, 1975.
45. Norwood L.A., Cross M.J.: Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med* 7: 23, 1979.