

*José Carlos Pereira Pinto Noronha*

**ISOMETRIA NA RECONSTRUÇÃO  
DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**



TM

Porto, 1999

*José Carlos Pereira Pinto Noronha*

**ISOMETRIA NA RECONSTRUÇÃO  
DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

**Porto, 1999**

**ISOMETRIA NA RECONSTRUÇÃO  
DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

---

*Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, apresentada no Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS) - Universidade do Porto.*

**Orientadores:**

*Prof. Doutor J. Almeida Pinto e Prof. Doutor L. Alvim Serra*

*Às Olgas (esposa e filha), que tanta  
força anímica deram e a quem privei de  
tantos fins de semana.*

*Aos meus Pais, que com grande sacri-  
fício conseguiram "dar-me" a licenciatura  
em Medicina.*

*Aos meus Irmãos.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor J. Almeida Pinto, pela inexcedível disponibilidade, com sacrifício de muitas horas da sua ocupada vida profissional. Sincera gratidão de quem lhe reconhece amizade desinteressada e qualidades inultrapassáveis de Mestre.

Ao Prof. Doutor L. Alvim Serra, pelo apoio e pelas sugestões perspicazes que dele colhi ao longo destes anos e deste trabalho.

Ao Prof. Doutor Pinto da Costa, pela autorização para efectuar o estudo no cadáver.

Ao Dr. Bárbara Branco, pelo grande respeito que me inspira na sua superior qualidade de Director de Serviço, em cujo contexto pôde assim ser forjada a vontade de realizar este trabalho.

Ao Dr. Correia Martins, conselheiro amigo nas horas difíceis.

Ao Dr. José Carlos Leitão, sempre colaborante e disponível.

Ao Dr. André Gomes, pela preciosa ajuda nos trabalhos efectuados no cadáver.

Ao Dr. Benjamim Rodrigues, pela elaboração dos desenhos.

Ao Dr. José Carlos Vasconcelos, pela realização e interpretação das imagens.

À Dr.<sup>a</sup> Isabel Calhim, pelos trabalhos de histologia.

À Dr.<sup>a</sup> Paula Barros, pela colaboração na recuperação dos doentes operados e no estudo dos casos complicados.

Ao Prof. Doutor Altamiro Costa Pereira e ao Dr. Teixeira Pinto, pelo trabalho estatístico dos estudos no cadáver.

Ao Dr. Pinto de Andrade, que em 1988 me convidou para Assistente de Ortopedia, despertando o gosto pela docência.

Ao Dr. J. M. Vilarrubias, ortopedista de excepção, devo o despertar do entusiasmo pela cirurgia do joelho, nomeadamente a cirurgia das lesões agudas complexas.

Ao Dr. Pierre Chambat devo a aprendizagem da cirurgia artroscópica.

Do Prof. Doutor Henry Dejour preservo uma inesquecível memória de grande mestre com quem tive a felicidade de estagiar. Não posso deixar passar este momento sem prestar a minha homenagem a quem tão marcadamente imprimiu a modernidade à cirurgia do joelho.

Finalmente, agradeço a todos quantos contribuíram para a realização deste trabalho. Desde já lamento a eventual e involuntária omissão de alguns nomes.

---

# ÍNDICE

	P.
PREÂMBULO.....	11
<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	13
<b>Introdução</b> .....	15
Definição de isometria e considerações gerais .....	15
• Referências .....	16
<b>Anatomofisiologia</b> .....	19
• Embriologia .....	19
• Anatomia .....	19
• Microanatomia .....	21
• Vascularização .....	22
• Inervação .....	22
• Referências .....	22
<b>Biomecânica do LCA</b> .....	25
• Introdução .....	25
• Propriedades mecânicas do LCA .....	27
• Papel estabilizador do LCA .....	27
• Variação do comprimento e da tensão do LCA .....	27
• Meniscos e estabilidade .....	29
• “Screw Home” .....	30
• Referências .....	31
<b>História natural do LCA lacerado não operado</b> .....	33
• Introdução .....	33
• Mecanismo da lesão .....	33
• Roturas parciais do LCA .....	35
• Evolução natural .....	36
• Rotura do LCA em crianças .....	37
• Evolução para a artrose .....	40
• Referências .....	45
<b>Tratamento cirúrgico da rotura do LCA</b> .....	49
• Introdução .....	49
• História da cirurgia ligamentar .....	49
• Sutura do LCA .....	49

• Plastias extra-articulares.....	50
• Plastias intra-articulares.....	52
• Plastias mistas (extra e intra-articulares).....	62
• Outros enxertos.....	62
• Referências.....	64
<b>Avaliação radiográfica pré-operatória.....</b>	<b>69</b>
<b>Chanfradura intercondiliana e rotura do LCA.....</b>	<b>71</b>
• Referências.....	75
<b>Escolha do enxerto para a reconstrução do LCA.....</b>	<b>77</b>
• Referências.....	79
<b>Enxerto de tipo osso-tendão-osso na reconstrução do LCA.....</b>	<b>81</b>
• Complicações.....	81
• Contra-indicações.....	82
• Referências.....	83
<b>Joelho recurvatum.....</b>	<b>85</b>
<b>Reconstrução do LCA pela técnica do uni-túnel.....</b>	<b>87</b>
• Referência.....	89
<b>Túnel tibial.....</b>	<b>91</b>
• Referências.....	92
<b>Fixação do enxerto.....</b>	<b>93</b>
• Referências.....	94
<b>Tensão do neo-LCA.....</b>	<b>95</b>
• Referências.....	96
<b>Artrofibrose.....</b>	<b>97</b>
• Introdução.....	97
• Tipos e etiopatogénese.....	97
• Quadro clínico e tratamento.....	98
• Discussão.....	100
• Referências.....	101

<b>Défice de extensão após a reconstrução do LCA</b> .....	102
• Referências .....	107
<b>Síndrome do ciclope</b> .....	109
• Referências .....	111
<b>Detecção por radiografia e por ressonância magnética do conflito do neo-LCA com a chanfradura</b> .....	113
• Referências .....	114
<b>Avaliação da reconstrução do LCA pela radiografia de perfil</b> .....	115
• Referências .....	119
<b>Alargamento do túnel tibial</b> .....	121
<b>Cirurgia de revisão da reconstrução do LCA</b> .....	123
• Programação da cirurgia de revisão .....	127
• Referências .....	129
<b>Laxidez e instabilidade</b> .....	131
<b>Reabilitação pós-plastia do LCA</b> .....	133
 <b>SEGUNDA PARTE</b> .....	 138
<b>Estudo no cadáver</b> .....	140
<b>Estudo histológico</b> .....	150
<b>Trabalho estatístico</b> .....	152
<b>Avaliação dos joelhos operados</b> .....	162
<b>Resumo e Conclusões</b> .....	165
<b>Summary and Conclusions</b> .....	169

## PREÂMBULO

A ideia de defender tese de doutoramento sobre um tema relacionado com o joelho deve-se ao facto de dedicar a actividade profissional predominantemente a essa área desde 1990. Esta dedicação particular deve-se ao interesse que desde o início da formação ortopédica, em 1983, as lesões ligamentares do joelho lhe despertaram, provavelmente pela lesão do ligamento cruzado anterior que ele próprio tinha sofrido poucos anos antes.

Motivado pelas brilhantes exposições que o Dr. J. Espregueira Mendes proferia em reuniões científicas, decidiu estagiar em alguns centros estrangeiros especializados na patologia do joelho. Em 1988 estagiou, durante um mês, em Barcelona com o Dr. J. M. Vilarrubias, lá voltando em 1989. Durante todo o mês de Setembro de 1989 estagiou com o Prof. Doutor Henry Dejour, em Lyon. Em Agosto de 1990 estagiou em Lyon com o Dr. P. Chambat já com o objectivo preciso de aprender a cirurgia artroscópica mais diferenciada, designadamente a reconstrução ligamentar. Em Maio de 1991 estagiou em St. Etiënne com o Prof. Doutor G. Bousquet. Em Agosto de 1992 regressou a Lyon, para estagiar novamente com o Dr. P. Chambat. Desde então mantém contactos frequentes com este ortopedista e a ele deve o incentivo e a sugestão do tema da tese — Isometria na Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior.

Trabalhando desde 1990 na Unidade do Joelho do Hospital Geral de Santo António, teve a percepção das dificuldades e das complicações da cirurgia ligamentar, nomeadamente das relacionadas com a reconstrução do ligamento cruzado anterior.

Com o intuito de poder contribuir para melhorar a qualidade dos resultados desta reconstrução, decidiu fazer um estudo clínico e imagiológico retrospectivo de 60 casos complicados e de 70 não complicados, durante um período de três anos. Simultaneamente, estudou no cadáver os vários locais possíveis de implantação do neo-ligamento com o fim de obter a melhor resposta biomecânica. Seguiu clínica e imagiologicamente os casos operados de acordo com os resultados destes estudos. Além do local de implantação do enxerto, introduziu em Portugal a reconstrução do LCA com tendão quadricepsal, que na sua opinião é um outro factor importante para a melhoria da qualidade destas ligamentoplastias.

**PRIMEIRA PARTE**

# INTRODUÇÃO

## Definição de isometria e considerações gerais

Por definição, isometria do ligamento cruzado anterior (LCA) consiste na manutenção do comprimento durante todo o arco de mobilidade. Os estudos de isometria, nomeadamente os relacionados com os ligamentos do joelho, referem-se a inserções punctiformes. Quando é efectuada a reconstrução ligamentar, como a do LCA, a execução dos túneis ósseos altera os valores encontrados nas inserções punctiformes. Seria mais correcto utilizar os termos fisiometria ou anatomometria, mas, dado que o termo isometria é generalizadamente aceite, será usado, apesar das reservas indicadas.

A implantação do enxerto ligamentar em locais considerados isométricos é de crucial importância para:

- Minimizar a hipertensão do enxerto ligamentar durante a mobilização do joelho.
- Restabelecer a estabilidade fisiológica.
- Restaurar a cinemática articular.

A incorrecta implantação do neo-LCA em locais não isométricos causa:

- Perda da fixação ou distensão ou rotura do enxerto.
- Redução da mobilidade.
- Lesões cartilagíneas por manutenção da laxidez ou por compressão nos casos de redução da mobilidade.

As variações de comprimento estão directamente relacionadas com as variações de tensão do neo-LCA. Assim, a isometria, quantificada em milímetros, está directamente relacionada com a isotonia, quantificada em Newtons (7)

A variação da posição de implantação do neo-LCA no fémur provoca mais alterações de comprimento e de tensão que a variação de posição da implantação na tíbia (2,7,8,10).

Um número apreciável de estudos sobre isometria na reconstrução do LCA tem sido efectuado em modelos mecânicos, mas estes modelos não imitam suficientemente bem o funcionamento do joelho normal. Outros estudos têm sido feitos em joelhos de cadáver humano, mas nestes a cinemática está alterada, por terem sido retirados os tecidos moles peri-articulares nuns casos (5,11) e, noutros, também o aparelho extensor ou mesmo o côndilo femoral interno e correspondente ligamento cruzado posterior (LCP) (14).

A reconstrução do LCA tem por objectivo criar uma réplica do LCA original, o que, devido à textura tridimensional, não é possível. No entanto, é possível a reconstrução aproximada, tendo em conta os avanços no conhecimento da biomecânica, o respeito pela isometria, a escolha de enxertos liga-

mentares com estrutura mais próxima da do LCA e a recuperação mais cuidadosamente apoiada durante a ligamentização.

São várias as propostas quanto aos locais de implantação do neo-LCA. No fémur, há autores que propõem uma posição anterior em relação à inserção original do LCA (14). Outros propõem a implantação em posição pósterio-superior (4,8), outros em posição "over the top" (12,15) e outros, ainda, na inserção original do LCA (2,3,10). Na tibia, há autores que propõem inserção no centro original do LCA (9,14), outros na zona ântero-interna da inserção original (4,8) e outros, ainda, na zona posterior da inserção original (1,6).

Durante vários anos, o autor efectuou a reconstrução do LCA de acordo com os critérios propostos por Clancy (4), em que a inserção femoral do neo-ligamento ficava em posição pósterio-superior e a inserção tibial em posição ântero-interna, em relação às inserções originais. Surgiram complicações em cerca de 50% dos casos operados, nomeadamente défice de extensão, dor, derrames, crepitação rotuliana e falência da ligamentoplastia.

Em 1995, o autor começou o estudo dos casos de insucesso cirúrgico. Além de uma melhor avaliação radiográfica convencional, apoiou-se na RM. O RX convencional não é suficiente para revelar com segurança o conflito do neo-LCA com a chanfradura intercondiliana. Já a RM facilmente revela o hiper-sinal típico deste conflito e as formações nodulares na base do neo-ligamento, que se interpõem entre a tibia e o fémur na extensão do joelho (13).

A correlação das imagens obtidas com as encontradas na cirurgia artroscópica de revisão levaram o autor a abandonar os locais de implantação propostos por Clancy e conduziram a estudos no cadáver, com o objectivo de seleccionar outros locais de implantação do neo-LCA com menor propensão para o conflito de espaço e menor variação de tensão do neo-ligamento durante o movimento de flexão-extensão.

Apesar das reservas a apontar aos estudos feitos no cadáver e no vivo per-operatoriamente, conseqüente à alteração prévia da cinemática por ausência do LCA, eles permitiram modificar a técnica, obtendo-se melhores resultados globais.

## Referências

1. **Sapega A, Moyer R, Schneck C, Komalahiranya N.** Testing for Isometry during Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *J Bone Joint Surg* Vol. 72A n.º 2, February 1990.
2. **Bradley J, Fitzpatrick D, Daniel D, Shercliff T, O'Connor J.** Orientation of the anterior cruciate ligament in the sagittal plane. A method of predicting its length-change with flexion. *J Bone Joint Surg*, 70-B (1) 94-99, 1988.

3. **Bylski-Austrow DI, Grood E S, Hefzy MS, Holden J P, Butler DL.** Anterior cruciate ligament replacements: a mechanical study of femoral attachments location, flexion angle at tensioning, and initial tension. *J Orthop Res* 8: 522-531, 1990.
4. **Clancy WG, Nelson DA, Reider B, Narechania RG.** Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg* 64-A: 352-359, March 1982.
5. **Dorlot JM, Christel P, Meunier A, Witvoet J.** The Displacement of the Bone Insertion Sites of the Anterior Cruciate Ligament during Flexion of the Knee. In *Biomechanics: Principles and Applications*, pp. 185-190. Edited by R. Huiskes, Van Campen D, and De Wijn J, Boston, Martinus Nijhoff Netherlands, 1982.
6. **Douglas W, Jackson MD, Seth Gasser MD.** Tibial Tunnel Placement in ACL Reconstruction. *Arthroscopy* 10(2): 124-131, 1994.
7. **Fleming B, Beynon BD, Johnson RJ, McLeod WD, Pope MH.** Isometric versus tension measurement. A comparison for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 21: 82-88, 1993.
8. **Graft B.** Isometric placement of substitutes for the anterior cruciate ligament. In *The Anterior Cruciate Deficient Knee. New Concepts in Ligament Repair*, pp. 102-113. Edited by D.W. Jackson and Drez. St. Louis, C.V. Mosby, 1987.
9. **Grood ES, Hefzy MS, Butle DL, Suntay WJ, Siegel MG, Noyes FR.** On the placement and initial tension of the anterior cruciate ligament substitutes, 8: 92-95, 1983.
10. **Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR.** Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II: the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 17: 208-216, 1989.
11. **Kurosaka H, Yamakoshi K, Yasuda K, Sasaki T.** Simultaneous Measurement of Strain Distributions in Anterior and Posterior Cruciate Ligament. *Trans Orthop Res Soc* 12: 125-127, 1987.
12. **Melhorn JM, Henning CE.** The relationship of the femoral attachment site to the isometric tracking of the anterior cruciate ligament graft. *Am J Sports Med* 15: 539-542, 1987.
13. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Rodrigues B, Coelho R, Pinto JA.** Impingement of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) on the Notch - Detected by Plain X-Rays and Magnetic Resonance Imaging. *Act Radiol Port* Vol. X, n.º 38, pág 61-64, Abr-Jun 98.
14. **Odensten M, Gillquist J.** Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg* 67-A: 257-262, Feb 1985.
15. **Penner DA, Daniel DM, Wood P, Mishra D.** An in vitro study of anterior cruciate ligament graft placement and isometry. *Am J Sports Med* 16: 238-243, 1988.

# ANATOMOFISIOLOGIA

O conhecimento da anatomofisiologia do joelho é fundamental para a correcta compreensão da fisiologia, da fisiopatologia e do tratamento. Particular interesse tem o conhecimento da anatomia e do funcionamento dos ligamentos cruzados, peças fundamentais na biomecânica articular.

## Embriologia

Por volta da sétima semana de gestação existe já, entre a tibia e o fémur, mesênquima sinovial que é o precursor dos ligamentos cruzados e dos meniscos. Esta origem comum foi demonstrada por Kaplan, que pensa que isso pode explicar a frequência de lesões associadas destas diferentes formações (15). Pela nona semana, são visíveis numerosos fibroblastos imaturos com núcleos fusiformes orientados paralelamente ao maior eixo dos ligamentos. Na semana seguinte, já se distingue facilmente a separação entre o ligamento cruzado anterior (LCA) e o ligamento cruzado posterior (LCP). Os vasos sanguíneos surgem só na 18.<sup>a</sup> semana. É a partir daqui que rapidamente se dá o desenvolvimento dos ligamentos cruzados, apresentando na 20.<sup>a</sup> semana o aspecto que têm no adulto, vindo depois apenas a sofrer pequenas alterações estruturais e aumento de dimensões (11,13,18).

## Anatomia

O LCA é uma banda de tecido conectivo denso que se insere no fémur e na tibia. É envolvido pela membrana sinovial, tal como o LCP.

Por isso, apesar de intra-articular, é extra-sinovial. Dentre as estruturas ligamentares, o LCA é o único sem qualquer inserção capsular. Na tibia, insere-se numa fosseta localizada anterior e externamente à espinha tibial anterior, atrás do corno anterior do menisco externo, ao qual adere por uma pequena expansão (Fig.1). Nalguns casos, feixes da parte posterior da inserção tibial do LCA aderem ao corno posterior do menisco externo. A área de inserção tibial é oval, com cerca de 3 cm de diâmetro ântero-posterior.

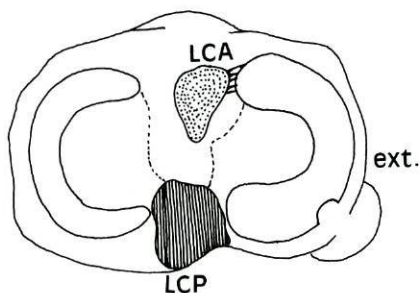


Fig. 1 — Inserção tibial dos ligamentos cruzados

No fêmur, o LCA insere-se na face medial do côndilo femoral externo, numa localização muito posterior, com orientação quase vertical, curvilínea e convexa posteriormente, e paralela ao rebordo articular posterior do côndilo femoral externo. Esta área de inserção, menor que a da tibia, tem cerca de 2 cm<sup>2</sup>. Algumas fibras inserem-se mais acima, no tecto da chanfradura.

Enquanto no fêmur a inserção é aproximadamente sagital, na tibia é aproximadamente transversal. Esta inserção do LCA em dois planos ortogonais implica cuidados especiais na reconstrução ligamentar.

Um ponto controverso é o que se refere ao número de feixes que constituem o LCA. Welsh (25) e Arnoczky (1) descrevem um só feixe, composto por fascículos. Durante a mobilização do joelho, a tensão do LCA vai variando de fascículo em fascículo, havendo em cada posição sempre alguns fascículos sob tensão. Também Odensten e Gillquist (21) não encontraram separação em feixes nos cortes transversais estudados histologicamente. Mas já Girgis divide o LCA em dois feixes : ântero-interno (AI) e póstero-externo (PE)(12). Foi nesta descrição que se apoiaram Reim e Jackson (22) e Arnoczky e Warren (3) para explicar a fisiologia do LCA.

Norwood e Cross (20) e Chambat (7) referem a existência de três feixes no LCA (AI, PE e Intermédio).

Na opinião do autor, baseado em estudos que efectuou no cadáver por dissecação do LCA, existem apenas dois feixes sem distinção nítida entre si e que correspondem aos mesmos dois feixes descritos por Girgis (12). A visão directa por artroscopia geralmente revela também só dois feixes, embora, por vezes, haja a aparência de três e até quatro feixes separados. Mas a dissecação não confirma todos estes feixes. Um só feixe de contorno lobulado parece ser a explicação desta aparente discrepância.

O comprimento do LCA referido na literatura é variável; 39 mm para Kennedy (16), 38 mm para Girgis (12) e 31 mm para Norwood e Cross (20), talvez em relação com a estatura do indivíduo.

O LCA tem orientação anterior, interna e distal desde a inserção femoral à tibial. Devido à orientação das inserções femoral (sagital) e tibial (transversal), há uma torção externa dos fascículos, iniciada a cerca de 5 mm da inserção femoral, segundo Shutte (24).

A orientação sagital da inserção femoral condiciona a tensão permanente do LCA desde a flexão à extensão do joelho e vice-versa (10,12).

Como atrás se referiu, é quase unanimemente aceite que o LCA é formado por um conjunto de fascículos reunidos em dois grupos : o feixe ântero-interno (AI) e o feixe póstero-externo (PE). O primeiro tem origem na parte mais proximal da inserção femoral e termina na zona ântero-interna da inserção tibial. O segundo tem origem na parte mais posterior e distal da inserção femoral e termina na zona póstero-externa da inserção tibial.

Quando o joelho está em extensão, ambos os feixes estão tensos; com a flexão do joelho, a inserção femoral do LCA torna-se mais horizontal, mantendo-se tenso o feixe AI e relaxado o feixe PE (Fig. 2 A, B ). O estudo que o

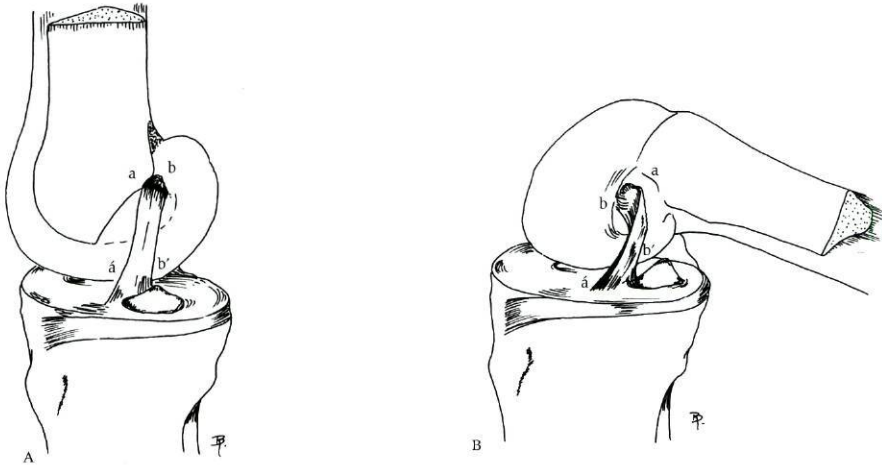


Fig. 2 — Orientação dos feixes do LCA no plano sagital. Na extensão (A) e na flexão (B).

autor fez no cadáver mostrou alongamento de ambos os feixes do LCA quando o joelho passava da flexão para a extensão, sendo mais marcado no feixe PE (6 mm) que no feixe AI (2 mm), e mostrou também que a rotação interna tibial acentua a tensão do feixe AI. Em resumo, na extensão ambos os feixes do LCA estão em tensão, a qual reduz com a flexão, mas mais acentuadamente no feixe PE. A hiper-extensão acentua a tensão do LCA por conflito com a chanfradura, obviamente mais acentuadamente quando esta é estenosada, e ainda mais quando há recurvatum associado, condição que propicia a ruptura silenciosa bilateral do LCA.

### Microanatomia

Num trabalho recente, Clark (8) mostrou que o LCA é formado por múltiplas bandas de colagénio com cerca de 20 nm de largura agrupadas em fascículos. Neste estudo de microanatomia não confirmou a separação em dois ou mais feixes, opinando, contudo, que essa aparência macroanatómica se ajusta bem à descrição funcional.

A união do ligamento ao osso é feita por fibro-cartilagem que parece ter a função de dissipar concentrações de tensão transmitidas pelo ligamento ao osso. Juntamente com a fibro-cartilagem existe penetração de algumas fibras de colagénio no osso. Também nos casos de reconstrução em que o ligamento é passado por túneis ósseos, acaba por se formar fibro-cartilagem na união osso-ligamento (9,26).

## Vascularização

A irrigação sanguínea do LCA advém principalmente da artéria geniculada média e, em menor grau, das artérias geniculadas inferiores (2,23).

Ambos os ligamentos cruzados são envolvidos por membrana sinovial ricamente vascularizada por ramos da artéria geniculada média. Alguns destes vasos penetram no ligamento de forma sinuosa, adaptável à distensão.

A bolsa de Hoffa e a sinovial contribuem de maneira significativa para a vascularização do LCA, justificando-se assim, na reconstrução do LCA, especial cuidado para não agredir estas estruturas. No entanto, a vascularização do LCA é pobre, contrariamente à do LCP. Este é irrigado por um pedículo superior e outro médio, ramos da artéria geniculada média, e por um pedículo inferior, ramo da artéria poplítea (4).

A precária vascularização do LCA é a causa provável da deficiente cicatrização do ligamento quando suturado topo a topo. Em aparente contradição com esta deficiente cicatrização por falta de vascularização, surgiu recentemente uma publicação que refere excelentes resultados com o tratamento conservador bem orientado (14).

## Inervação

Os ligamentos cruzados recebem fibras nervosas do ramo articular posterior do nervo tibial posterior (16).

Penetrando pela parte posterior da cápsula, correm ao longo da bainha sinovial do LCA até à bolsa de Hoffa. Algumas fibras nervosas penetram no ligamento, havendo diferentes tipos de terminações sensitivas: corpúsculos de Rufini, responsáveis pela adaptação do ligamento a estímulos suaves, corpúsculos de Pacini, que garantem a resposta do ligamento a estímulos bruscos, corpúsculos de Golgi, responsáveis pela resposta a estímulos externos, como traumatismos intensos, que põem o joelho em posição extrema de estabilidade e algumas terminações livres. Os receptores e as terminações nervosas ocupam cerca de 1% do volume do LCA (16,17). Eles justificam a importância de preservar restos do ligamento durante a reconstrução cirúrgica, tanto mais que na experiência do autor não se confirma maior frequência de ciclope ou de nódulo intra-articular (19).

## Referências

1. **Arnoczky SP.** Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 172: 19-25, 1983.
2. **Arnoczky SP.** Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. *Orthop Clin of North Am* 16: 15-28, 1985.
3. **Arnoczky SP, Warren RF.** Anatomy of the cruciate ligaments. In: Feagin JA, ed. *The crucial ligaments*. New York: Churchill Livingstone, 179-195, 1988.

4. **Bousquet G.** Les ruptures traumatiques des ligaments croisés du genou. *Physiopathologie et traitement chirurgical*. Thèse Méd, Lyon 1969.
5. **Buckwalter JA, Maynard JA, Vailas AC.** Skeletal fibrous tissues: tendon, joint capsule and ligament. In: Albright JA, Brand RA, eds. *The scientific bases of orthopaedics*. Appleton and Lange, 1987.
6. **Buckwalter JA, Cooper RR.** The cells and matrices of skeletal connective tissues. In: Albright JA, Brand RA, eds. *The scientific bases of orthopaedics*. Norwalk: Appleton and Lange, 1-29, 1987.
7. **Chambat.** Le ligament croisé anterior. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* pp. 79-101, 1985.
8. **Clark JM, Sidles JA.** The interrelation of fiber bundles in the anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 8: 180-188, 1980.
9. **Cooper RR, Misol S.** Tendon and ligament insertion: a light and electron microscopic study. *J Bone Joint Surg (Am)* 52: 1-20, 1970.
10. **Furmam W, Marshall JL, Girdis FG.** The anterior cruciate ligament. A functional analysis based on post-mortem studies. *J Bone Joint Surg* 58 A: 179-185, 1976.
11. **Gardner E, O'Rahilly R.** The early development of the knee joint in staged human embryos. *J Anat* 102: 289-299, 1968.
12. **Girdis FC, Marshall JL, Monajem ARS.** The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 106: 216-231, 1975.
13. **Gray DJ, Gardner E.** prenatal development of the human knee and superior tibio-fibular joints. *Am J Anat* 86: 235-288, 1950.
14. **Hidetoshi Ihara MD, Megumi Miwa PO.** Acute tears of the anterior cruciate ligament treated by early protective motion: second-look arthroscopy after 3 month conservative treatment. *Orthopaedics International Edition* Vol: 3 n.º 6 November/December 1995.
15. **Kaplan EB.** The embryology of the menisci of the knee joint. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 16: 111-124, 1995.
16. **Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC.** Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 10: 329-335, 1982.
17. **Marinnozi G, Ferrante F, Gaudio E Ricci.** Amenta F. Intrinsic innervation of the rat knee joint articular capsule and ligaments. *Acta Anat (Basel)* 141: 8-14, 1991.
18. **McDermoot LJ.** Development of the the joint: *Arch Surg* 46: 705-719, 1943.
19. **Noronha JC, Rodrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope. Uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortop Traum* 5: 241-244, 1997.
20. **Norwood LA, Cross MJ.** Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med* 7: 23-6, 1979.
21. **Odensten M, Gillquist J.** Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg (Am)* 67-A: 257-262 1985.
22. **Reiman Pr, Jackson DW.** Anatomy of the anterior cruciate ligament. In: Jackson DW, Drez D, eds. *The anterior cruciate deficient knee*. St. Louis: CV Mosby Co, 17-26, 1987.

23. **Scapinelli R.** Studies on the vasculature of the human knee. *Acta Anat* 70: 305-331, 1968.
24. **Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimmy ML, Happel LT.** Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg (Am)* 69: 243-247, 1987.
25. **Welsh RP.** Knee joint structure and function. *Clin Orthop* 147: 7-14 1980.
26. **Woo SL, Maynard J, Butler D et al.** Ligament, tendon and joint capsule insertions to bone. In: Woo SL, Buck Walter JA eds. *Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge, Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 116-166, 1987.

# BIOMECÂNICA DO LCA

## (Importância na reconstrução ligamentar)

### Introdução

O joelho tem sido considerado a mais complexa articulação do corpo humano, podendo afirmar-se que é nos ligamentos cruzados que se localiza o fulcro da sua cinemática.

Quanto à mobilidade, apresenta três translações (ântero-posterior, interna-externa e proximal-distal) e três rotações (flexão-extensão, adução-abdução e rotação axial interna-externa).

Durante o arco de mobilidade, na flexão-extensão o joelho tem movimentos compostos de rolamento e deslizamento (Fig. 3A, B), em que a pro-

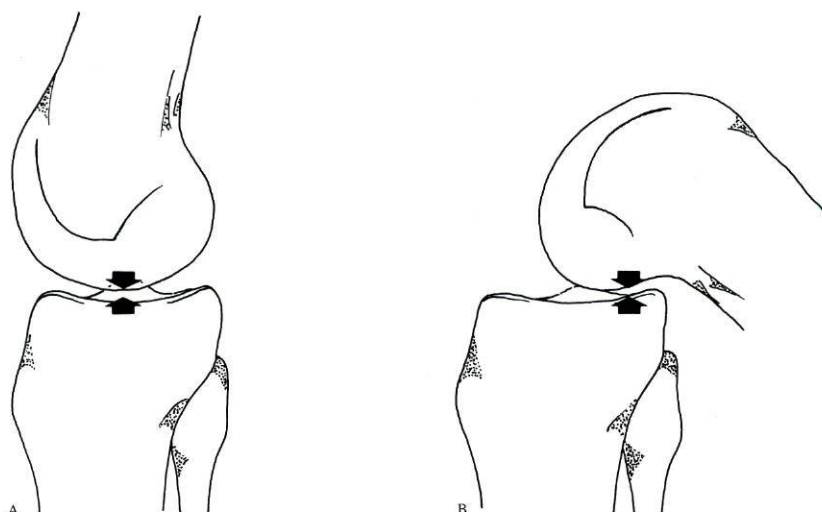


Fig. 3 — Alteração dos pontos de contacto fémuro-tibial na extensão (A) e na flexão (B) devido à conjugação do rolamento com o deslizamento.

porção varia com o grau de flexão. Estes movimentos são controlados pela anatomia das superfícies articulares e pelos ligamentos cruzados. Segal e Jacob (21) consideram existir rolamento isolado apenas na fase inicial da flexão e deslizamento isolado apenas na fase final. Müller (16) considera que na fase inicial da flexão há uma proporção de rolamento-deslizamento de 1:2 e na fase final de 1:4. Considera ainda que este rolamento-deslizamento está principalmente dependente do modelo de quatro barras (Fig.4), defendido por Strasser (23), Menshich (15) e Müller (16). Estas barras representariam funcionalmente, no plano sagital, os ligamentos cruzados e o ponto de cruzamento destas barras corresponderia ao centro instantâneo de rotação do joelho.

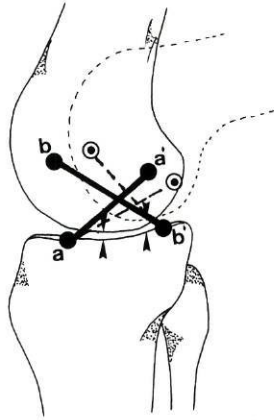


Fig. 4 — Modelo de quatro barras defendido por Strasser e Müller. a-á; b-b'; a-b' e á-b.

Na prática, existe correlação acentuada entre o funcionamento do sistema de quatro barras e o que no plano sagital pode ser interpretado após a reconstrução ligamentar. É verdade, por exemplo, que a inserção femoral do neo-ligamento em posição anterior em relação à inserção original do LCA gera aumento de tensão durante a flexão, conduzindo ou à distensão ou à rotura ou ao déficit de mobilidade (Fig. 5A, B). No entanto, a orientação tri-dimensional das fibras de colagénio dos ligamentos cruzados e a complexidade dos movimentos do joelho não poderão ser interpretados tão linearmente como o são pelo sistema de quatro barras, como se verá no capítulo "Avaliação da Reconstrução do LCA pela Radiografia de Perfil".

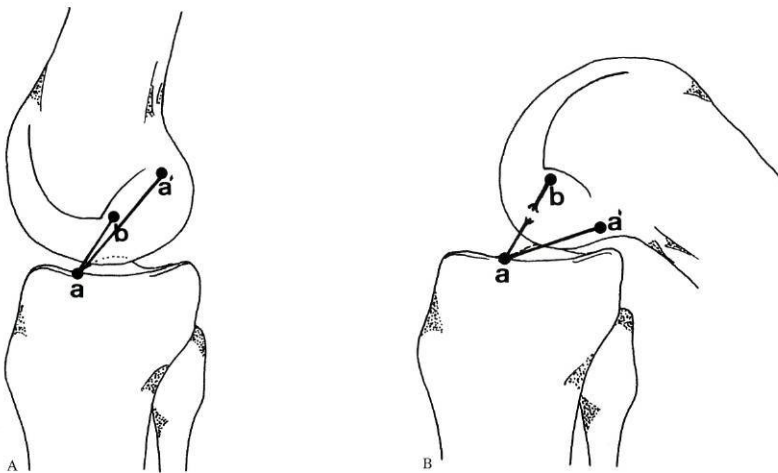


Fig. 5 — A: A distância a-b aumenta na flexão com rotura do LCA.

B: Exemplo de marcado aumento de distância entre as zonas de inserção do neo-LCA num caso de inserção femoral muito anterior.

## Propriedades mecânicas do LCA

A textura tridimensional das fibras do LCA garante-lhe características de visco-elasticidade e não apenas de elasticidade. Quando submetido a tensões suaves e crescentes, o LCA sofre alongamento inicial apreciável com o recrutamento parcial das fibras de colagénio. Com o aumento progressivo das tensões, soma-se o recrutamento de outras fibras, passando o alongamento a ser menos notório, entrando-se a partir daí no risco de rotura de algumas fibras e a seguir de todo o ligamento. Com solicitações bruscas, o LCA apresenta maior rigidez do que com estímulos suaves e progressivos; somente estes permitem a fase inicial de alongamento. A adaptação aos diversos estímulos é mediada por receptores proprioceptivos de Rufini e Golgi para estímulos suaves e por receptores de Pacini para estímulos bruscos.

A resistência mecânica foi estudada por vários autores: Butler (4) verificou que o feixe AI do LCA tem resistência cerca de oito vezes superior ao feixe PE; Noyes e Kennedy (10,18) verificaram que o LCA tem resistência mecânica de cerca de 50 Kg./cm<sup>2</sup>, embora variável com a idade e com a velocidade de aplicação do traumatismo. Em concordância com o que se disse acima, se o traumatismo for lento e progressivo, permite melhor adaptação do LCA e maior resistência.

## Papel estabilizador do LCA

O LCA funciona como estabilizador em todos os movimentos do joelho: nas três translações e nas três rotações. No entanto, a sua principal função como estabilizador consiste em prevenir a translação anterior da tibia em relação ao fémur. O LCA garante cerca de 90% da resistência à translação anterior da tibia entre os 30° e os 90° de flexão do joelho. É também um opositor à translação interna da tibia em relação ao fémur entre os 30° e os 90° de flexão do joelho, assim como à varização, como demonstrou Piziali (19) (Fig. 6 A, B e C). O LCA é um opositor da rotação interna e externa, principalmente na extensão do joelho (13).

A deformação em valgo e varo em extensão são também limitadas pelo LCA.

## Variação do comprimento e da tensão do LCA

A estrutura tridimensional do LCA permite-lhe a adaptação às variações de tensão. A utilização de transdutores aplicados directamente no LCA permitiu apreciar a variação de tensão no feixe AI e PE durante os movimentos activos ou passivos do joelho (1,2). Vários autores utilizaram cadáveres para encontrar os locais de implantação do neo-ligamento com menor variação de tensão e de comprimento durante a mobilização do joelho (9,20,25). Os resultados destes estudos repercutem-se na melhoria da reconstrução cirúrgica do LCA e da recuperação funcional. No entanto, por muito que se avance, a reconstrução liga-

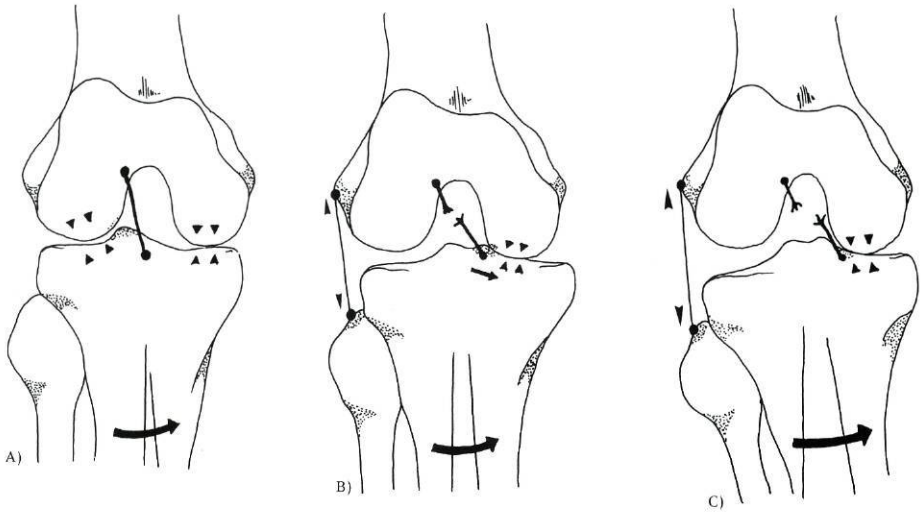


Fig. 6 — A rotura do LCA causa translação interna da tíbia e varização do joelho por distensão das estruturas externas.

mentar, com qualquer tipo de enxerto, provavelmente jamais poderá restabelecer integralmente a cinemática e a estabilidade articulares.

A reconstrução separada dos dois feixes do LCA não se mostrou eficaz (28). O transplante de LCA de cadáver, aparentemente promissor, também não se mostrou a melhor solução, porque há a dificuldade de encontrar o substituto ligamentar de dimensões iguais e, como qualquer outro enxerto biológico, sofre a transformação própria de ligamentização (17).

De um modo geral, os vários estudos efectuados permitiram concluir que o LCA se alonga cerca de 7% (2,5mm) desde a extensão até 90° de flexão e que a menor variação de comprimento se verifica no feixe AI (27). Os exercícios cíclicos também causam alongamento médio de 7% (8). As variações da tensão e do comprimento do neo-ligamento estão mais dependentes do local de implantação no fémur que do local de implantação na tíbia (7). A localização ideal para a implantação do neo-ligamento mantém-se polémica, pois os locais teoricamente ideais para a manutenção da tensão e do comprimento levariam com frequência à degradação do neo-ligamento ou à rigidez articular por conflito com a chanfradura (20).

A utilização de transdutores permitiu verificar que a distribuição de tensões nos feixes do LCA é variável com o grau de flexão do joelho quando é aplicada força na parte proximal da tíbia no sentido pósterio-anterior (gaveta anterior). Com o joelho em extensão, a tensão distribui-se igualmente pelos dois feixes do LCA; acima de 45° de flexão o feixe AI passa a suportar cerca de 90% da tensão (24).

Durante a mobilização passiva, o feixe AI só fica mais tenso desde os últimos 10° de flexão até à extensão completa. Na mobilização activa, verifica-se aumento da tensão desde os 50° de flexão até à extensão completa,

acentuando-se esta tensão com o aumento da contracção quadrícipital. A contracção isocinética do quadrícipede aumenta a tensão do feixe AI entre 15° e 30° de flexão, decrescendo até 60° e sendo nula a partir daí (2,14).

Yasuda e colaboradores (26) mostraram que a co-contracção do quadrícipede e dos isquiotibiais apenas começa a acentuar a tensão do LCA próximo da extensão completa (10°), sendo máxima na hiper-extensão. A co-contracção anula o efeito rotacional que cada grupo muscular desencadearia, se actuasse isoladamente, e cria aumento de forças de compressão articular.

### Meniscos e estabilidade

É conhecido o papel estabilizador dos meniscos, existindo estudos que revelam laxidez articular após meniscectomia extensa, que agrava significativamente a laxidez resultante da rotura do LCA. Os episódios de ressalto devidos à rotura do LCA frequentemente originam lesões meniscais e cartilagineas. O compartimento fémuro-tibial interno é geralmente afectado. Esta lesão altera os pontos de contacto fémuro-tibiais, verificando-se rolamento excessivo do fémur e ficando este a contactar a tibia na parte mais posterior da superfície articular. Assim se explica a frequente rotura do corno posterior do menisco interno e o aparecimento, nos casos crónicos, de um osteófito horizontal (Fig. 7A, B). Também nos casos crónicos é visível a redução do

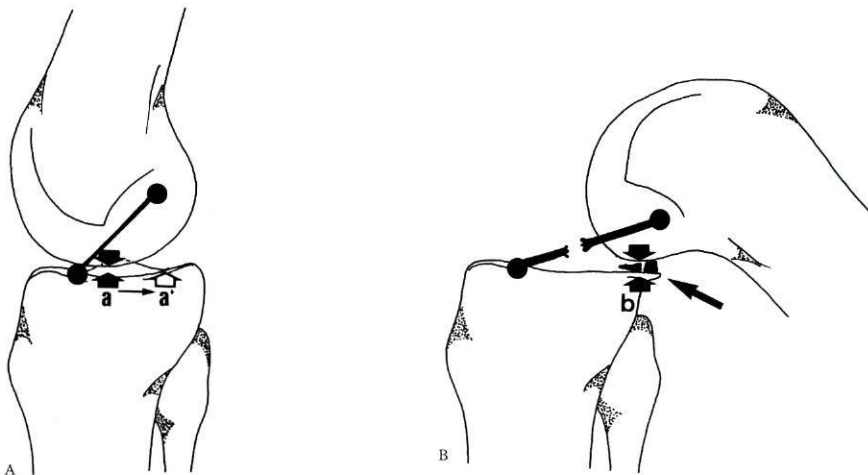


Fig. 7 — A: LCA íntegro. Representação dos pontos de contacto fémuro-tibial na extensão (a) e na flexão(á).  
 B: Rotura do LCA. Contacto fémuro-tibial mais posterior causando rotura do menisco interno e osteófito longitudinal posterior (seta).

triângulo posterior normalmente ocupado pelo corno posterior do menisco interno, cartilagem do côndilo interno e do prato tibial interno (Fig. 8).

A rotura do LCA origina ainda subluxação interna da tibia em relação ao fémur, como mostrou Piziali (19). Esta alteração dos pontos de contacto fémuro-



Fig. 8 — RX de perfil em apoio monopodal com 30° de flexão.

A: Imagem normal mostrando o triângulo claro posterior (seta). B: Redução acentuada do triângulo posterior (seta).

-tibial conduz frequentemente à progressão da lesão meniscal interna para a rotura em asa de cesto, que por vezes se desloca para a chanfradura. Assim se compreende o aparecimento frequente de lesões meniscais e degenerativas no compartimento fémuro-tibial interno e o efeito nefasto que o morfotipo em varo tem. O insucesso frequente da sutura destas lesões meniscais em joelhos não submetidos a reconstrução do LCA encontra explicação na subluxação anterior e interna da tibia. Pelo contrário, é conhecido o efeito benéfico da reconstrução do LCA sobre as lesões meniscais posteriores pouco extensas, verificando-se quase sempre a sua cicatrização espontânea. A elevada percentagem de sucesso da sutura meniscal periférica, quando associada à reconstrução do LCA, justifica que a ela se recorra mais vezes. Se o LCA não for reconstruído, ao “sucesso” a curto prazo da meniscectomia extensa opõe-se o aparecimento de lesões degenerativas. A estabilidade e a cinemática articulares do joelho aproximam-se muito mais da normalidade quando a reconstrução do LCA se acompanha de integridade meniscal. Um efeito adverso exercido no sentido oposto consiste na sobrecarga do ligamento reconstruído após meniscectomia extensa.

### “ Screw Home ”

É caracterizado pela rotação externa tibial quando o joelho chega à extensão máxima, condicionando congruência articular e maior estabilidade. Este fenómeno foi inicialmente explicado como resultado da adaptação das superfícies articulares à tensão dos ligamentos cruzados e colaterais (3,11). Ulteriormente, Shaw e Murray (22) mostraram que o fenómeno de “screw home” se mantinha intacto após a secção dos ligamentos cruzados, apenas se verificando translação tibial anterior. Consideravam-no como o resultado da adaptação das superfícies articulares fémuro-tibiais na fase final da extensão. Este fenómeno não se dá de forma passiva, apenas se verificando quando o membro inferior está em apoio ou quando existe contracção muscular apreciável.

## Referências

1. **Arms SW, Pope MJ, Johnson RJ, Fischer RA, Arvidsson I, Eriksson E.** The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med* 12: 8-18, 1984.
2. **Beynonn B, Howe J, Pope M, Johnson R, Fleming B.** The measurement of anterior cruciate ligament strain in vivo. *Int Orthop* 16: 1-12, 1992.
3. **Brantigan OC, Voshell AF.** The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. *J Bone Joint Surg (Am)* 23: 44-66, 1941.
4. **Butler DL, Kay MD, Stouffer DC.** Comparison of material properties in fascicle-bone units from human patellar tendon and knee ligaments. *J Biomech* 19: 425-432, 1986.
5. **Cain TE, Schwab GH.** Performance of an athlete with straight posterior instability. *Am J Sports Med* 9: 203-206, 1981.
6. **Grood E, Stowers S, Noyes F.** Limits of movement of the human knee. *J Bone Joint Surg (Am)* 70: 88-96, 1988.
7. **Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR.** Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II: the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 17: 208-216, 1989.
8. **Henning CE, Lynch MA, Glick KR Jr.** An in-vivo strain gauge study of elongation of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 13: 22-26, 1985.
9. **Hoogland T, Hillen B.** Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 185: 197-202, 1984.
10. **Kennedy JC, Hawkins RJ, Willis RB, Danylchuk RD.** Tension studies of the human knee ligaments. *J Bone Joint Surg (Am)* 58 (4): 350-355, 1976.
11. **Lewin P.** *The Knee and Related Structures*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1952.
12. **Lipke J, Janecki C, Nelson C, McLeod P, Thompson C, Thompson J, Haynes D.** The role of incompetence of the anterior cruciate and lateral ligament in anterolateral and anteromedial instability. *J Bone Joint Surg (Am)* 63: 954-960, 1981.
13. **Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HA.** Stiffness and laxity of the knee: The contributions of the supporting structures. *J Bone Joint Surg (Am)* 58: 583-594, 1976.
14. **Markolf KL, Gorek JF, Kabo JM, Shapiro MS.** Direct measurement of resultant forces in the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg (Am)* 72: 557-567, 1990.
15. **Menschik A.** Mechanik des Kniegelenks, Teil 1. *Z Orthop* 112: 481-495, 1974.
16. **Müller .** *The knee: Form, Function, and Ligament Reconstruction*. New York, Springer-Verlag, 1983.
17. **Nikolaou PK, Seaber AV, Glissin RR, et al.** Anterior cruciate ligament allograft transplantation: Long-term function, histology, revascularization, and operative technique. *Am J Sports Med* 14: 348-360, 1986.

18. **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RE, Hefzy MS.** Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg (Am)* 66(3): 344-352, 1984.
19. **Piziali RL, Seering WP, Nagel DA, Schurman DJ.** The function of the primary ligaments of the knee in anterior-posterior and medial-lateral motions. *J Biomech* 13: 777-784, 1980.
20. **Sapega A, Moyer R, Schneck C, Komalahiranya N.** Testing for isometry during reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg (Am)* 72: 259-267, 1990.
21. **Segal P, Jacob M.** Biomechanics and kinetics, in *The Knee*. Chicago, Year Book Medical Publishers, pp 32-62, 1983.
22. **Shaw JA, Murray DG.** The longitudinal axis of the knee and the role of the cruciate ligaments in controlling transverse rotation. *J Bone Joint Surg (Am)* 56: 1603-1609, 1974.
23. **Strasser H.** *Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik*. Springer, Berlin, 1917.
24. **Takai S, Woo SL-Y, Livesay GA, Adams DJ, Fu FH.** Determination of the in-situ loads on the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 11: 686-695, 1993.
25. **Yaru NC, Daniel DM, Penner D.** The effect of tibial attachment site on graft impingement in an anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 20: 217-220, 1992.
26. **Yasuda K, Sasaki T.** Exercise after anterior cruciate ligament reconstruction - the force exerted on the tibia by separate isometric contractions of the quadriceps or the hamstrings. *Clin Orthop* 220: 275-283, 1987.
27. **Wang CJ, Walker PS, Wolf B.** The effects of flexion and rotation on the length patterns of the ligaments of the knee. *J Biomech* 6: 587-596, 1973.
28. **Zaricznyj B.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using a doubled tendon graft. *Clin Orthop* 220: 162-175, 1987.

# HISTÓRIA NATURAL DO LCA LACERADO NÃO OPERADO

## Introdução

A avaliação da história do LCA lacerado não operado deveria basear-se num número estatisticamente adequado de doentes, examinados em fase aguda e acompanhados durante vários anos. O ideal seria obter uma boa avaliação dos joelhos lesados desde o início com o estudo por RM e por artroscopia para detectar o tipo de lesão do LCA e as patologias associadas, nomeadamente meniscais, cartilagíneas e ligamentares. Seria assim mais proveitoso o seguimento da evolução natural.

Quase sempre o doente aparece já em fase crónica sintomática por lesões meniscais, por lesões cartilagíneas ou pela sensação de instabilidade durante a prática desportiva ou mesmo na vida diária. Assim se perde tudo, desde a instalação da lesão, durante um período mais ou menos longo frequentemente assintomático.

Actualmente, logo de início, há tendência para se efectuar o estudo dos traumatismos agudos do joelho, nomeadamente as entorses que cursam com hemartrose. Geralmente, esse estudo é efectuado por RM ou TAC e, em menor número, por artroscopia. Assim, é possível numa fase precoce detectar as roturas do LCA e outras lesões associadas.

Já há muito tempo, em 1980 De Haven (15), em 1982 Dandy (13) e em 1983 Johnson (28) verificaram existir cerca de 70% de roturas do LCA em joelhos com hemartrose examinados por artroscopia. Cerca de 40% destas roturas eram parciais e em cerca de 50% dos doentes com roturas parciais existiam lesões meniscais ou cartilagíneas associadas.

## Mecanismo de lesão

A rotura isolada do LCA ocorre com elevada frequência no jovem desportista entre os 20 e os 30 anos, sendo bilateral em cerca de 20% dos casos, o que leva a pensar na existência de factores predisponentes como a estenose da chanfradura, a hiperlaxidez constitucional e a própria debilidade constitucional do LCA.

O mecanismo de lesão mais frequente consiste na grande tensão do LCA gerada numa situação que combina leve flexão, varo e rotação externa do fémur, ao mesmo tempo em que ele se apoia no LCP que é mais resistente. Este mecanismo, frequentemente origina também lesão da parte média da cápsula externa e, por vezes ainda, arrancamento ósseo que recebe o nome de fractura de Segond (52). Outras lesões podem associar-se à rotura do LCA, como a rotura dos ligamentos suspensores do menisco externo, a rotura da

banda ílio-tibial ou mesmo o arrancamento do tubérculo de Gerdy. Também o complexo arqueado pode ser atingido neste mecanismo de lesão (6,10,27,36), resultando laxidez em varo com acentuada subluxação anterior do prato tibial externo.

Mais raramente, pode o LCA romper quando o joelho está em flexão, valgo e rotação interna do fémur. Nesta posição, o LCA e o LCP separam-se, sendo a vertente interna do côndilo femoral externo que lesa parcial ou totalmente o LCA. Se o mecanismo de lesão é mais intenso, surge a conhecida tríade de O`Donoghue (45), à qual se associa lesão do menisco externo em cerca de 50% dos casos, facilmente detectada pela RM e pela artroscopia.

A rotura isolada do LCA, parcial ou total, pode também ocorrer em hiper-extensão por conflito com o tecto da chanfradura quando ela é estenosada. A rotura é tanto mais fácil quanto maior for a estenose. A coexistência de recurvatum propicia a rotura ligamentar, principalmente se associada à contractura quadrícipital, a qual causa subluxação anterior da tíbia.

Na hiper-extensão, o feixe PE é o primeiro a romper-se, dado estar em grande tensão; somente se a hiper-extensão continuar é que o feixe AI romperá. Após rotura do LCA, existe acentuação da extensão do joelho que, por sua vez, conduz à distensão progressiva do LCP. É compreensível que, quando o mecanismo de rotura do LCA é por hiper-extensão, se esta é exagerada, também o LCP fica vulnerável, assim como a parte posterior da cápsula (21,36).

Chambat descreveu um mecanismo de lesão do LCA frequente no "ski"; quando é feito o impulso inicial do arranque, a face posterior da perna está geralmente apoiada, o que, associado à brusca e intensa contracção quadrícipital, pode subluxar anteriormente a tíbia e causar rotura do LCA (10).

Excluem-se deste capítulo as lesões complexas que associam à rotura do LCA outras graves lesões, com excepção da já descrita tríade infeliz de O`Donoghue, por ser relativamente frequente.

Em qualquer mecanismo de lesão, o doente refere ter sentido um "estouro" dentro do joelho, conhecido pelos ortopedistas por POP, correspondendo ao ultrapassar do limiar da resistência das fibras do LCA. Muitas vezes, refere ainda que o joelho "saiu do lugar", sendo isto a manifestação da subluxação fémuro-tibial. Tudo isto é acompanhado de intensa dor generalizada, mas uma dor viva na interlinha articular, relacionada com lesões meniscais, capsulares ou cartilagíneas, frequentemente permanece. Alguns minutos após a rotura, surge derrame hemático mais ou menos volumoso.

Há casos de rotura silenciosa do LCA, sem que o doente se aperceba. Ocorrem quando a chanfradura é estenosada, geralmente associada a joelho recurvatum, em que o LCA vai sendo lesado contra o tecto da chanfradura, que o leva lentamente à isquemia e à rotura. Também a debilidade constitucional do LCA pode ser responsável por rotura silenciosa.

A rotura silenciosa bilateral é frequente, com cerca de dois anos de intervalo, existindo mesmo certa incidência familiar (19,54).

Luxação externa da rótula pode acompanhar a rotura do LCA quando o joelho está em flexão, valgo e rotação interna femoral, e menos vezes quando em hiper-extensão, com rotação tibial externa e contracção quadricipital. Esta luxação causa geralmente hemartrose e o diagnóstico diferencial com rotura do LCA deve ser sempre feito. Basta, para tal, palpar o bordo interno da rótula, que se mostra doloroso, sendo positivo o sinal de apreensão.

O exame artroscópico facilmente permite verificar a rotura da asa interna da rótula, sendo fácil a sua reparação artroscópica (39).

### **Roturas parciais do LCA**

É quase unanimemente aceite que o LCA pode romper parcialmente. De Haven (15), Dandy (13), Johnson (28), Mac Daniel (33), Odensten (44), Sandberg e Balkfors (49) e F. Noyes (42) já o referiram, apontando para a necessidade de abrir a sinovial para identificar a lesão (36), o que actualmente pode ser feito por artroscopia e por RM.

O feixe AI é lesado isoladamente quando o trauma actua com o joelho levemente flectido, em varo e rotação externa do fémur, ficando nesta situação sobre grande tensão (1). O feixe PE é lesado isoladamente quando o trauma actua com o joelho em hiper-extensão, posição em que fica muito tenso. Se a hiper-extensão é acentuada e a chanfradura estenosada, pode ocorrer também rotura do feixe AI.

Os estudos feitos no cadáver pelo autor revelaram que o feixe AI se encontra tenso na flexão acentuada e mais ainda na extensão, ao contrário da opinião de Robert Jackson, que afirma que o feixe AI está relaxado na extensão (26). No mesmo estudo, o autor verificou que o feixe PE está tenso na extensão e relaxado na flexão.

O exame clínico efectuado na fase aguda pode dar indicação sobre o tipo de lesão; se existe Lachman mole e gaveta anterior sem ponto de paragem duro, trata-se de rotura completa do LCA. Se há Lachman duro retardado e não há gaveta anterior, é o feixe PE que está rompido. A rotura isolada do feixe AI causa gaveta anterior com ponto de paragem duro e ainda Lachman duro, que corresponde à tensão do feixe PE.

Também os estudos feitos por Robert Jackson no cadáver (26) revelaram testes de ressalto positivos sempre que o feixe PE era seccionado, embora fossem positivos em alguns casos de secção isolada do feixe AI.

A evolução de roturas parciais para totais foi estudada por vários autores (8,42,43,49), que consideraram estar directamente relacionada com a motivação desportiva. De um modo geral, só cerca de 50% dos casos evoluem para a rotura total. Os casos de rotura do feixe PE evoluem frequentemente para a rotura completa do LCA, em consequência da instabilidade criada.

A rotura isolada do feixe AI dá menos vezes origem a episódios de ressalto e responde melhor ao tratamento conservador.

### **Evolução natural**

É opinião quase geral que o tratamento conservador da rotura do LCA conduz à deterioração articular progressiva, com aparecimento de lesões meniscais e cartilagíneas, cuja gravidade é proporcional à laxidez existente, à solicitação desportiva e principalmente a outras lesões ligamentares associadas (3,10,20,21).

Após a rotura do LCA, a sintomatologia varia de acordo com as lesões associadas acima referidas, existindo, no entanto, tolerância individual. O valgismo acentuado, a hiper-laxidez constitucional e a convexidade exagerada do côndilo femoral externo são factores favorecedores do aparecimento precoce de episódios de instabilidade. No entanto, não existe uma relação constante entre laxidez e instabilidade; há doentes que apresentam laxidez acentuada sem que refiram episódios de instabilidade, mesmo nas actividades desportivas de alto nível, tenham ou não sido submetidos a reconstrução do LCA. Por outro lado, doentes com pequena laxidez após rotura do LCA podem ter episódios frequentes de instabilidade, mesmo na vida diária. Indivíduos com bom controlo neuro-muscular toleram bem a rotura do LCA, por vezes durante anos, mantendo prática desportiva de alto nível sem qualquer sintomatologia. Mas, com o decorrer do tempo, nota-se redução da tolerância, quer por distensão progressiva das estruturas periféricas, que facilita os episódios de instabilidade cada vez mais frequentes, quer pelo aparecimento de lesões cartilagíneas e meniscais, nomeadamente a rotura do corno posterior do menisco interno, que leva aos bloqueios do joelho em flexão (22). A progressão desta lesão meniscal interna conduz à habitual rotura em asa de cesto que tem tendência a deslocar-se para a chanfradura, condicionando o aparecimento do défice de extensão. Mais raramente, o menisco externo pode ter idêntica lesão, não causando, no entanto, tantas vezes artrose como o menisco interno.

É compreensível que o aparecimento destas lesões esteja directamente relacionado com a prática desportiva, nomeadamente a que solicita mais os movimentos de rotação do joelho (futebol, rugby, etc).

A sensação de instabilidade referida por alguns doentes deve-se à rotura meniscal e não à rotura do LCA. Em doentes mais idosos ou em roturas meniscais simples, a meniscectomia total ou parcial faz desaparecer a instabilidade. Num jovem, há indicação para reconstruir o LCA juntamente com a reparação meniscal. Sem a reconstrução do LCA, se for efectuada a meniscectomia total de um, ou, pior ainda, de ambos os meniscos, a evolução para a artrose é nítida. O varismo acentuado conduz mais precocemente à degradação meniscal interna, nomeadamente à desinserção capsular posterior, existindo neste morfotipo uma incidência artrósica duas vezes superior em relação à que ocorre no

valgismo fisiológico (10). Nos últimos anos, foram publicados vários estudos de revisão sobre a evolução natural do LCA roto não operado. Há dois grupos de opinião: Um considera que com o decorrer do tempo há acentuação da laxidez, da degradação meniscal e cartilagínea, directamente relacionada com a prática desportiva. Reconhece existir tolerância individual perante a rotura do LCA e considera que, na grande maioria dos casos (70%), a reconstrução ligamentar bem efectuada permite o regresso à prática desportiva de nível idêntico e evita o aparecimento de lesões meniscais e cartilagíneas (11,29,41,44). O outro grupo apoia o tratamento conservador, apesar de reconhecer que com o tempo é elevado o número de meniscectomias necessárias.

Raugh (48) refere que das roturas parciais do LCA, 90% dos casos permitem o regresso à actividade desportiva de nível idêntico ao anterior e das roturas totais só 20% justificam reconstrução.

Um trabalho recente, publicado por autores japoneses (25), mostra que o tratamento conservador bem efectuada pode dar excelentes resultados em cerca de 70% dos casos. É aconselhada mobilização precoce, controlada por uma joelheira articulada que evita a solicitação exagerada do LCA lacerado e permite a deposição orientada do colagénio no sentido do movimento, garantindo uma cicatrização resistente, contrariamente ao que se passa com a imobilização (24,46,58). Desde o início do tratamento, é efectuada treino articular de modo a melhorar a coordenação neuro-muscular e a restabelecer o mecanismo aferente mecano-receptor no ligamento. O controlo artroscópico dos 56 doentes assim tratados mostrou, em 72% dos casos, boa tensão e espessura quase normal e a RM efectuada em 47 doentes revelou, em idêntica percentagem, bom alinhamento com o normal sinal de baixa intensidade. As biópsias efectuadas nos ligamentos observados por artroscopia revelaram que o tecido cicatricial apresentava textura idêntica à do LCA normal.

Este artigo dá apoio e incentivo a quem, por sistema, não preconiza o tratamento cirúrgico das roturas do LCA, por considerar que ele provoca artrose mais precocemente (2,16). Todavia, os joelhos operados foram provavelmente seleccionados entre os mais sintomáticos, com instabilidade, lesões cartilagíneas e meniscais. Por isso, não servem de termo de comparação. Mas, é ainda de referir que estes trabalhos de revisão englobam joelhos operados numa altura em que era feita imobilização gessada de cerca de 6 semanas e em que existia pouco interesse pela conservação dos meniscos e pela isometria, tudo isto considerado hoje como causas de insucesso de tratamento.

### **Rotura do LCA em crianças**

O maior incentivo actual dado à prática desportiva nas camadas jovens conduziu a um aumento de lesões do joelho.

A luxação da rótula tem sido a manifestação de instabilidade naturalmente evocada em primeiro lugar neste grupo etário, mas a RM e a artroscopia

agora usadas no estudo das hemartroses demonstraram que a rotura do LCA é outra causa de instabilidade menos rara do que antigamente se pensava.

O facto de nas crianças o ligamento ser mais resistente que a zona de inserção tibial condiciona mais casos de arrancamento da espinha da tibia do que de rotura ligamentar. O arrancamento da espinha da tibia tem prognóstico bom com tratamento conservador nos graus I e II e com tratamento cirúrgico nos graus III e IV da classificação de Meyers e McKeever (35). A rotura ligamentar verifica-se quase sempre na parte média e mais raramente na inserção femoral do LCA (18).

O LCA pode romper sem traumatismo perceptível quando há laxidez articular constitucional. O LCA pode mesmo nunca ter existido, casos em que o RX mostra aplasia das espinhas tibiais em associação com outras alterações esqueléticas, como ausência de peróneo, alterações femorais proximais, discrepância de comprimento dos membros, etc. (55).

É compreensível que a instabilidade ligamentar causada pela rotura do LCA, associada à intensa actividade própria da criança, conduza à degradação meniscal e cartilágnea, criando sérios problemas, se se tomar a habitual opção de reconstruir o LCA só quando as fises estiverem já fechadas ou próximo disso. Felizmente, são raras as roturas do LCA em jovens com idade inferior a 14 anos, o que permite esperar algum tempo pelo encerramento das fises sem o perigo de degradação da cartilagem e dos meniscos. O modelo matemático apresentado por Wester (56), baseado na idade esquelética e potencial de crescimento da fise, permite determinar a idade a partir da qual não há perigo de alterações de crescimento se a reconstrução do LCA for efectuada com túneis através das fises. Mas mesmo nas roturas antes dos 14 anos é possível a reconstrução intra-articular do LCA sem perfuração da cartilagem de crescimento, mas não como

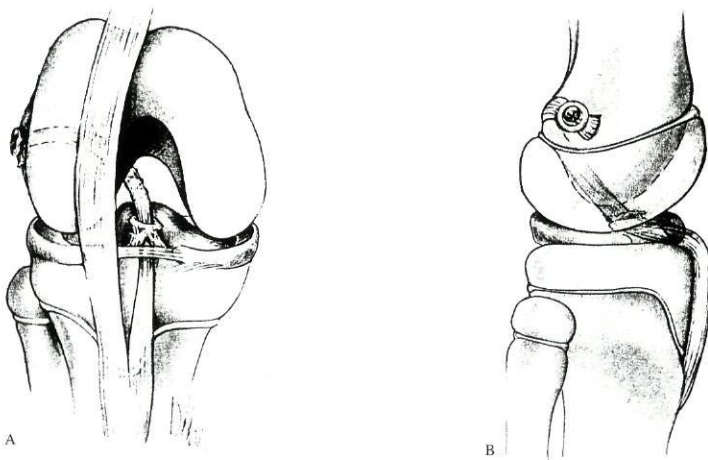


Fig. 9 — Técnica de reconstrução do LCA proposta por De Lee. Em B é visível o conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura, devido à passagem do neo-LCA pela parte anterior da tibia.

propõe De Lee (Fig. 9 A, B), porque essa técnica causa conflito com o tecto da chanfradura e falta de isometria, devido à passagem excessivamente anterior na tíbia, e causa também falta de isometria ao passar o enxerto pela parte posterior do côndilo femoral externo ("over the top"). O autor propõe uma técnica que respeita a isometria, fazendo um túnel no côndilo femoral externo e outro túnel na epífise tibial sem perfurar as fises (Fig. 10).

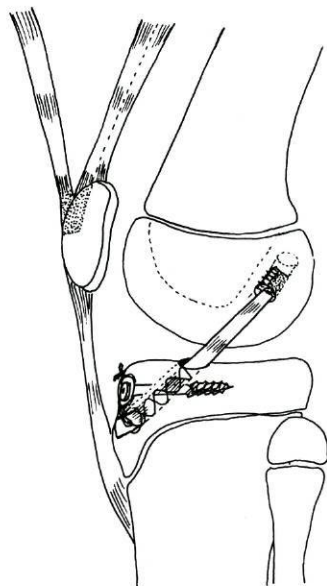


Fig. 10 — Técnica proposta pelo autor para reconstrução do LCA em crianças. O enxerto de tendão quadrícipital é passado por túneis, no fêmur e na tíbia sem perfurar a fise.

A opinião de Clanton (12) e De Lee (18) é que, em crianças ainda longe do fecho das fises, deve fazer-se a reconstrução intra-articular do LCA, pois só esta garante bons resultados à distância, contrariamente ao tratamento conservador ou às plastias extra-articulares que rapidamente se degradam.

Mc Carrol (32) verificou que todas as 38 crianças tratadas conservadoramente por rotura do LCA apresentavam episódios de instabilidade e/ou lesões meniscais 29 meses, em média, após a lesão.

O autor é de opinião que o estudo das hemartroses na criança nem sempre deve resumir-se à radiografia simples; a RM e/ou a artroscopia permitem o diagnóstico mais correcto e orientação terapêutica mais eficaz. A título de exemplo, a artroscopia permite o diagnóstico fácil de uma desinserção ou de uma rotura proximal do LCA e o seu tratamento.

A reconstrução ligamentar em joelhos com lesões cartilagíneas e/ou meniscais irreparáveis, na sequência da rotura crónica do LCA, numa fase da vida com intensa actividade pouco controlável, tem resultados apenas satisfatórios.

## Evolução para a artrose

A rotura do LCA acentua a translação anterior da tibia, principalmente à custa do avanço do prato tibial externo. A associação da rotura daquele ligamento com a rotura das estruturas internas acentua a translação anterior de ambos os pratos tibiais, sendo tanto maior quanto mais grave a lesão cápsulo-ligamentar interna (31). As lesões cápsulo-ligamentares externas acentuam a mobilidade do compartimento externo, sobretudo quando há atingimento do complexo arqueado (27).

Recorde-se que o LCA é o principal estabilizador estático do compartimento fêmuro-tibial externo, enquanto o músculo poplíteo é o principal estabilizador dinâmico, não dissociável do sistema de controlo neuro-muscular. Em condições normais, o centro de rotação do joelho encontra-se junto da espinha tibial ântero-interna. Com a rotura do LCA, há recuo e desvio interno deste centro (7) (Fig. 11), o que leva à sollicitação exagerada do comparti-

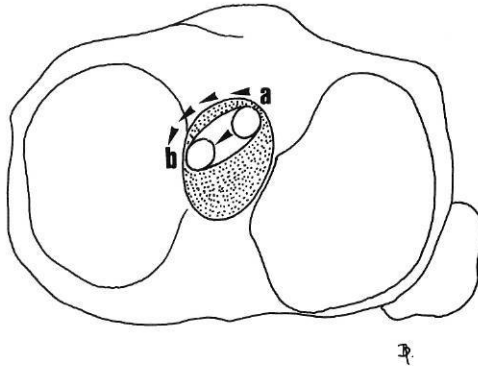


Fig. 11 — a: Centro de rotação normal.  
b: Centro de rotação após rotura do LCA, com desvio póstero-interno.

mento fêmuro-tibial interno com o habitual aparecimento de lesões cartilágneas e meniscais internas, especialmente no corno posterior. Esta alteração do centro de rotação conduz ainda à hipermobilidade do compartimento externo com a consequente distensão progressiva das estruturas. Daí, o efeito nefasto do varismo constitucional e o papel fundamental do tensor da fascia lata como opositor à tendência para a acentuação do varismo. Assim, há contra-indicação relativa para a utilização de uma tira de fascia lat na cirurgia ligamentar extra-articular de tipo Lemaire nos joelhos com varismo constitucional.

Nos desportistas, um bom tono muscular pode resultar numa boa tolerância em joelhos radiologicamente degradados. Pelo contrário, em doentes sem motivação desportiva, com laxidez constitucional e, pior ainda, com varismo ou recurvatum, facilmente há evolução para a artrose mal tolerada por mau controlo muscular da subluxação anterior da tibia.

Com o decorrer do tempo e na dependência directa de alguns factores, surgem alterações degenerativas no joelho com rotura do LCA. Como factores predisponentes citam-se :

- A laxidez residual.
- O morfotipo, nomeadamente o varo.
- A meniscectomia extensa, nomeadamente a interna.
- As lesões condrais e ligamentares associadas.

A inclinação posterior dos pratos tibiais é um factor estático importante no controlo da subluxação anterior da tibia (1,14,16,27,51). Valores elevados, superiores a  $10^\circ$ , têm uma relação directa com o grau de subluxação anterior, mesmo com LCA íntegro. Quando há rotura do LCA, a subluxação tibial anterior é ainda mais notória (5). Daí o benefício da cirurgia isolada de redução desta inclinação posterior em doentes com dor ou instabilidade, mesmo que haja já sinais artrósicos (Fig. 12 A, B).

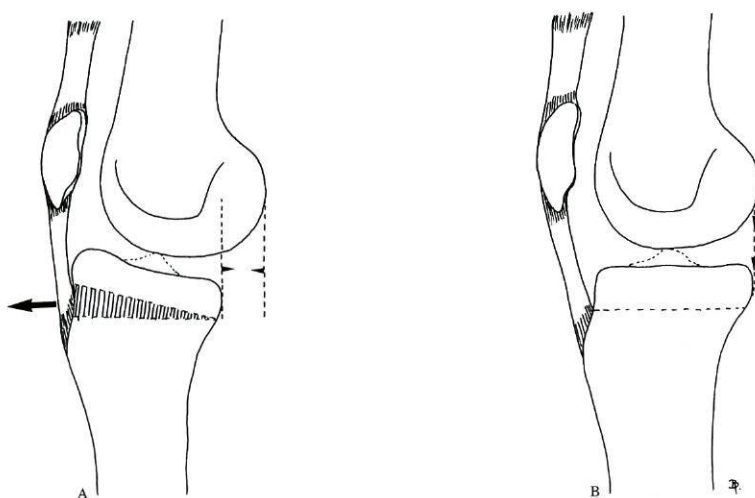


Fig. 12 — A: Exagero da inclinação posterior dos pratos tibiais e consequente subluxação anterior da tibia.  
B: A correcção da inclinação corrige a subluxação.

A hiper mobilidade consequente à rotura do LCA provoca hipertrofia das espinhas tibiais e a estenose da chanfradura. Nos casos crónicos, a subluxação anterior da tibia acompanha-se da formação de um osteófito horizontal na parte posterior do prato tibial interno, ao mesmo tempo que, quase invariavelmente, há redução ou desaparecimento do triângulo claro posterior, visível no RX de perfil em apoio monopodal. O triângulo claro posterior contém elementos do ponto de ângulo pótero-interno (PAPI), principalmente o corno posterior do menisco interno, devendo o RX ser comparativo com o do outro joelho.

A redução deste triângulo é típica da meniscectomia ou da atrofia degenerativa do menisco, existindo nítida correlação entre o grau de redução deste triângulo e o grau de artrose. Esta é mais fácil e precocemente visível no RX de face em apoio monopodal a cerca de 30° de flexão — incidência de Schuss (Fig. 13).

Assim se justifica o respeito a ter pelo menisco interno, devendo suturar-se (38) (Fig. 14), principalmente em jovens com rotura do LCA. A meniscectomia externa, principalmente se existe varismo constitucional, não tem efeito tão nefasto como a interna quanto à evolução artrósica na rotura do LCA. Por outro lado, a reconstrução do LCA não evita sempre o aparecimento de artrose, podendo mesmo desencadeá-la, sobretudo se previamente à reconstrução existirem já lesões cartilagueas. Isto ocorre mais no compartimento fémuro-tibial interno após meniscectomia interna extensa e/ou em joelho varo. Verificou-se estar directamente relacionada com a laxidez residual pós-operatória (2).



Fig. 13 — Incidência de Schuss. No joelho esquerdo é visível redução da interlinha interna.



Fig. 14 — Sutura aberta do menisco interno.

Apesar dos benefícios decorrentes da reconstrução precoce do LCA, Dejour, num trabalho de revisão (17), mostrou que a artrose surgiu 11 anos mais cedo após a reconstrução do LCA que nos casos sem reconstrução, em que só surgiu em média 27 anos após a lesão. Este argumento pode ser facilmente rebatido por o estudo englobar joelhos operados há várias décadas, altura em que a imobilização pós-operatória durante cerca de 6 semanas era sistemático, com o conseqüente recurso à manipulação sobre anestesia geral e o efeito nefasto sobre a cartilagem. Acresce que o respeito pela preservação meniscal e pela isometria não tinha ainda sido suficientemente assumido. Actualmente pode esperar-se melhores resultados devido a:

- Mais criteriosa selecção dos doentes.
- Exame clínico mais completo.
- Recurso a meios complementares de diagnóstico mais sofisticados (RM, artroscopia, TAC, cintigrafia, etc.).
- Melhor técnica cirúrgica.
- Esquemas de recuperação mais aperfeiçoados.

Apesar destes progressos no foro da terapêutica cirúrgica, o tratamento conservador continua a ter indicação em alguns casos, porque os resultados cirúrgicos nem sempre são satisfatórios e a percentagem de complicações é ainda elevada. Tratar conservadoramente não é abandonar o joelho à evolução natural, mas sim reeducá-lo, principalmente em termos de proprioceptividade. Não deve exagerar-se na indicação cirúrgica da rotura do LCA, tomando como certo que ela é o princípio do fim do joelho e que só a reconstrução ligamentar poderá servir de barreira ao inevitável trajecto para a degradação articular.

Apesar de mais conhecimentos de biomecânica articular, de melhores meios técnicos e cirúrgicos e de melhores esquemas de reabilitação pós-operatória, o regresso ao mesmo nível desportivo nem sempre é atingido, levando a concluir que existe algo mais que o LCA como estabilizador estático. Por outro lado, a existência de atletas de alto nível com rotura do LCA sem qualquer episódio de instabilidade confirma que este ligamento não é o único garante do controlo da subluxação anterior da tibia, pois mecanismos de compensação, como a contracção eficaz dos músculos isquiotibiais, contrariam esta subluxação. É um fenómeno comparável à compensação do quadríceps perante a rotura isolada do LCP, demonstrada por Cain através de estudos electromiográficos, em que o quadríceps se contrai mais precocemente do que quando não há rotura do LCP (9), assim propiciando a manutenção da estabilidade articular e boa tolerância à situação. A existência de receptores sensitivos na bainha do LCA e mesmo no próprio ligamento está comprovada (30,50), pelo que a "reconstrução" do ligamento com estruturas tendinosas ou similares não pode devolver ao joelho o componente aferente

necessário ao arco reflexo ligamento-músculo descrito por Solomonov (53). A preservação dos receptores sensitivos é uma vantagem do tratamento conservador. A eficácia do tratamento conservador preconizado por alguns autores japoneses em recente publicação (25) servirá, espero, para refrear a agressividade cirúrgica perante a rotura do LCA. Mas, se a reconstrução deste ligamento se revelar necessária por ineficácia do tratamento conservador, o autor é de opinião que a manutenção dos restos ligamentares poderá ajudar a restabelecer o referido arco reflexo. Provavelmente encontra-se nisto a explicação para o relativo sucesso da operação preconizada por Wittek em 1927 que, apesar de não dar estabilidade mecânica ao compartimento fémuro-tibial externo, favorecia um padrão aceitável de recrutamento muscular. Não raramente, verifica-se durante o exame artroscópico ou durante a reconstrução cirúrgica que o LCA rompeu junto à inserção femoral e aderiu ao LCP, originando aquilo a que vulgarmente se chama o LCA para LCP. É um erro fazer a exérese deste LCA rompido, com receio que deixado juntamente com o neo-LCA venha a causar conflito no tecto da chanfradura. A localização adequada dos túneis femoral e tibial para o neo-ligamento, a correcta abertura da chanfradura e a fixação definitiva com o joelho em extensão permitirão, desde logo, a recuperação com extensão total passiva. Só num dos 39 casos operados pelo autor nestas condições, em que o LCA permaneceu agarado ao LCP, se verificou o aparecimento de ciclope, sendo este o único caso de défice de extensão que se resolveu por cirurgia artroscópica. Quanto ao ciclope, contrariamente a Douglas Jackson, o autor pensa que não tem como causa restos ósseos ou cartilagíneos provenientes de má limpeza do túnel tibial e considera que o ciclope aparece por um processo de arrastamento da sinovial do neo-LCA no fim da extensão por conflito com o tecto da chanfradura durante a fase de sinovialização. Isto provoca uma formação nodular na base do neo-LCA, que vai crescendo até dar sintomas pela interposição entre a tibia e o fémur (40). O exame histológico dos 14 casos de ciclope estudados clinicamente, por RX, por RM e por artroscopia, não revelou fragmentos ósseos ou cartilagíneos no seu interior; apenas se verificou existir metaplasia condróide periférica, o que contraria a teoria da original descrição de Douglas Jackson.

Depois de referida a actuação do autor na reconstrução em fase crónica, há lugar para uma palavra sobre a fase aguda, em que na reconstrução ligamentar se justifica a sutura do LCA rompido ao enxerto ligamentar. O autor actuou deste modo em 7 casos, não tendo surgido défices de mobilidade e com resultados excelentes segundo a cotação ARPEGE.

Espera-se que, no futuro, a indicação cirúrgica de reconstrução do LCA deixe de ser quase sistemática, como actualmente se verifica. Depois de observados todos os critérios de selecção deve ainda ser apoiada em estudos electromiográficos.

## Referências

1. **Allen PR, Denham RA, Swan AV.** Late degenerative changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg (B)* 66, 666-671, 1984.
2. **Aubriot JH, Rivat P.** Arthrose fémoro-tibiale et laxité du genou avec atteinte du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop* 69, 291-294, 1983.
3. **Balkfors B.** The course of knee-ligament injuries. *Acta Orthop Scand* 53 (Suppl): 198-202, 1982.
4. **Bonamo JJ, Fay C, Firestone T.** The conservative treatment of a deficient knee. *J of Sports Med* 18 (6), 1990.
5. **Bonin M.** La translation tibial anterior em appui monopodal dans les ruptures du LCA. *8èmes Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou.* Abril/1995.
6. **Bousquet G, Millon J, Bascoulergue G, Rhenter JL.** La réfection du ligament croisé antérieur par plastie activo-passive du pivot central et des points d'angle. *Rev Chir Orthop (Suppl)* 2: 66, 1980.
7. **Bousquet G, Pielle Le Béquel, Girardin P.** Les laxités chroniques du genou - *Physiopathologie, étude clinique et traitement* - Medsi McGraw-Hill, 1992.
8. **Buckley SL, Barrack RL, Alexander AH.** The natural history of conservatively treated partial anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med* 17 (2): 221, 1989.
9. **Cain Te, Schwab GH.** Performance of an athlete with straight posterior instability. *Am J Sports Med* 9: 203-206, 1981.
10. **Chambat.** Le ligament croisé antérieur. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* pp. 79-101, 1885.
11. **Clancy WG, Ray M, Zoltan DJ.** Acute tears of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 70-A, n.º 10, 1988.
12. **Clanton TO, DeLee JC, Sanders B, Neidre A.** Knee ligament injuries in children. *J Bone Joint Surg* 6-A: 1195-1201, 1979.
13. **Dandy DJ, Flanagan JP, Steenmeyer V.** Arthroscopy and the management of the ruptured anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 167-173, 1982.
14. **Danielsson L, Hernborg J.** Clinical and roentgenologic study of knee joints with osteophytes. *Clin Orthop* 69, 302-312, 1970.
15. **DeHaven KE.** Diagnosis of acute knee injuries with hemarthrosis. *Am J Sports Med* 8: 9-14, 1980.
16. **Dejour H.** L'arthrose dans les laxités antérieures chroniques. *5es Journées Lyon-naises de Chirurgie du Genou.* ACEML, Lyon, (Livres du congrès), 1985.
17. **Dejour H.** *Evolution naturelle des laxités chroniques du genou (abstr).* Lyon, 1989.
18. **DeLee JC, Curtis R.** Anterior cruciate ligament insufficiency in children. *Clin Orthop* 172: 112-119, 1983.
19. **Eriksson E.** Sports Injuries of the Knee Ligaments. Their diagnosis, treatment, rehabilitation, and prevention. *Med Sci Sports* 133-144, 1976.
20. **Fairbank TJ.** Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg (Br)* 30: 664-670, 1948.

21. **Feagin JA, Cabaud HE, Curl WW.** The anterior cruciate ligament: radiographic and clinical signs of successful and unsuccessful repairs. *Clin Orthop* 164: 54-58, 1982.
22. **Finocchietto.** El signo del salto. *Press Med Argent*, 1930.
23. **Giove T P, Miller SJ.** Non operative treatment of the torn anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 65-A, n.º 2, 1982.
24. **Hefti FL, Kress A, Fasel J, Morscher EW.** Healing of the transected anterior cruciate ligament in the rabbit. *J Bone Joint Surg* 73-A: 373-383, 1991.
25. **Hidetoshi Ihara MD, Megumi Miwa PO.** Acute tears of the anterior cruciate ligament treated by early protective motion: second-look arthroscopy after 3 - month conservative treatment. *Orthopaedics International Edition* Vol: 3 n.º 6 November/December 1995.
26. **Robert W Jackson.** The torn ACL: Natural History of Untreated Lesions and Rationale for Selective Treatment. *The Crucial Ligaments* - John Feagin, 341-348, 1995.
27. **Jacobsen K, Rosenkilde P.** A clinical and stress radiographical follow-up investigation after Jones operation for replacing the anterior cruciate ligament. *Injury* 8: 221-224, 1977.
28. **Johnson RJ, Eriksson E, Haggmark T, Pope MH.** Five-to-ten-year follow-up evaluation after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 183: 122-140, 1984.
29. **Kannus P, Jarvinen M Tampere.** Conservatively treated tears of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 69-A, n.º 7, 1987.
30. **Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC.** Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 10: 329-335, 1982.
31. **Lipke JM, Janecki CJ, Nelson CL, McLeod P, Thompson C, Tompson J, Haynes DW.** The role of incompetence of the anterior cruciate and lateral ligaments in anterolateral and anteromedial instability. *J Bone Joint Surg (Am)* 63: 954-960, 1981.
32. **MacCarroll JR, Shelbourne D, Porter DA, Rettig AC, Murray S.** Patellar tendon graft reconstruction for midsubstance anterior cruciate ligament rupture in junior high school athletes. *Am J Sports Med* 22: 478-484, 1994.
33. **MacDaniel WJ.** Isolated partial tear of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 115: 209-212, 1976.
34. **MacDaniel J, Dameron TB.** - The untreated anterior cruciate ligament rupture. *Clin Orthop* n.º 172, 1983.
35. **Meyers MH, McKeever FM.** Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. *J Bone Joint Surg* 52-A: 1677-1684, 1970.
36. **Müller We.** Das Knie Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellung-schirurgie. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1982.
37. **Noronha JC .** Sutura Meniscal. 1.ª Reunião Internacional da Associação Portuguesa de Artroscopia (abstr). Macau, 1996.
38. **Noronha JC, Gomes A, Magalhães A .** Técnica de Sutura Meniscal. *Rev Port Ortop Traum* 3: 267-268, 1995.

39. **Noronha JC, Vilarinho JC, Ribeiro V.** Realinhamento rotuliano por artroscopia. *Rev Port Ortop Traum* 4: 445-447, 1996.
40. **Noronha JC, Rodrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope: uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortop Traum* 5: 241-244, 1997.
41. **Noyes FR, MacGinniss GH.** Controversy about treatment of the knee with anterior cruciate laxity. *Clin Orthop* n.º 198, 1985.
42. **Noyes FR, Moar LA, Moorman CT III, McGinniss GH.** Partial tears of the anterior cruciate ligament: progression to complete ligament deficiency. *J Bone Joint Surg (Br)* 71-B: 825-828, 1989.
43. **Odensten M, Lysholm J, Gillquist J.** The course of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Am J Sports Med* 13: 183-188, 1985.
44. **Odensten M, Hamberg P, Nordin Ph D.** - Surgical or conservative treatment of the acute torn anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* n.º 198, 1985.
45. **O'Donoghue DH.** Injuries of the knee. *Am J Surg* 98: 463-471, 1959.
46. **O'Donoghue DH, Rockwood CCA.** Repair of the anterior cruciate ligament in dogs. *J Bone Joint Surg* 48-A: 503-519, 1996.
47. **Patte GA, Fox GM, Del Pizzo W, Friedmann MJ.** 4 to 10 years follow-up of unreconstructed ACL tears - *Am J Sports Med* 17 (3), 1989.
48. **Raugh G, Wirth T, Dorner P, Griss P.** Is conservative treatment of partial or complete ACL rupture still justified? - An analysis of the recent literature and a recommendation for arriving at a decision - *2 Orthop ihre Grenzgeb* 129 (5), 1991.
49. **Sandberg R, Balkfors B.** Partial rupture of the anterior cruciate ligament: natural course. *Clin Orthop* 220: 176-179, 1987.
50. **Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L.** Mechanoreceptors in human cruciate ligaments: a histological study. *J Bone Joint Surg (Am)* 66-A: 1072-1076, 1984.
51. **Segal P, Lallement JJ, Raguet M, Jacob M, Gerard Y.** Les lésions ostéocartilagineuses de la laxité antérointerne du genou. *Rev Chir Orthop* 66, 357-365, 1980.
52. **Segond P, as cited by Losee RE.** Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements, sanguins du genou par entorse. *Progres Med (Paris)* 7: 297, 319, 340, 400, 419, 1897.
53. **Solomonow M, Baratta R, Zhou BH et al.** The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med* 15: 207-213, 1987.
54. **Souryal TO, Moore HA, Evans JP.** Bilaterality in anterior cruciate ligament injuries: associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med* 16: 449-54, 1988.
55. **Tolo VT.** Congenital absence of the menisci and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg* 63-A: 1022-1025, 1981.
56. **Wester W, Canale ST, Dutkowsky JP, Warner W, Beaty JH.** Prediction of angular deformity and leg length discrepancy after anterior cruciate ligament reconstruction in skeletally immature patients. *J Pediatr Orthop* 14: 516-521, 1994.

57. **Wittek A.** Zur Naht der Kreuzbandverletzung im Kniegelenk. *Zentralbl Chir* 54: 1538-1541, 1927.
58. **Woo SL-Y, Matthews JV, Akeson WH, Amiel D, Convery R.** The connective tissue response to immobility: a correlative study of the biomechanical measurements of the normal and immobilized rabbit knee. *Arthritis Rheum* 18: 257-264, 1975.

# TRATAMENTO CIRÚRGICO DA ROTURA DO LCA

## Introdução

O tratamento cirúrgico da rotura do LCA é, ainda hoje, uma intervenção imprecisa. É impossível conseguir-se, com os enxertos disponíveis, a reconstituição idêntica ao LCA original com feixes em duplicado, com a complexa orientação tridimensional das fibras de colagénio e com amplas zonas de inserção femoral e tibial, orientadas nos vários planos do espaço. O grande número de técnicas cirúrgicas até hoje propostas espelha a insatisfação ainda existente.

## História da cirurgia ligamentar

Com o decorrer dos anos, as técnicas cirúrgicas evoluíram de forma notável, em função, especialmente, do melhor conhecimento da biomecânica articular e da qualidade dos enxertos. Com novas técnicas e recuperação funcional bem orientada, no respeito pelo processo de ligamentização, os resultados finais são muito superiores.

Podem-se considerar cinco atitudes cirúrgicas para a rotura do LCA:

- Sutura isolada.
- Sutura e reforço com enxerto ligamentar, biológico ou artificial.
- Plastia extra-articular com enxerto ligamentar, biológico ou artificial.
- Plastia intra-articular com enxerto ligamentar, biológico ou artificial.
- Plastias intra e extra-articular associadas.

São várias as estruturas até hoje utilizadas como enxerto ligamentar:

- Fascia lata.
- Tendões da "pata de ganso".
- Tendão rotuliano.
- Tendão quadricipital.
- Menisco.
- Enxerto de cadáver (aloenxerto).
- Enxerto de bovino.
- Ligamentos artificiais.

## Sutura do LCA

Remonta a 1903 a primeira sutura do LCA efectuada por Mayo Robson (47). Posteriormente, outros autores a defenderam:

- Palmer em 1937 (52).
- O`Donoghue em 1950 (51).
- Cabaud em 1979 (10).
- Marshall em 1979 (46).

Estes autores são unânimes em referir que os melhores resultados se verificaram nas roturas com evolução inferior a oito dias e, principalmente, se a rotura ocorria na inserção femoral.

A grande vantagem da sutura é a preservação da proprioceptividade, que é mais difícil de conseguir com as plastias ligamentares. Por isso, o resultado será melhor nos casos de rotura de um só feixe, pois a vascularização, a inervação e o suporte mecânico do feixe íntegro favorecem o sucesso da sutura.

Recentemente, autores japoneses apresentaram um interessante trabalho que demonstra a possibilidade de cicatrização da rotura do LCA por tratamento conservador (30), referindo elevada percentagem de excelentes resultados. Chamam a atenção para a necessidade de protecção do LCA durante a cicatrização, utilizando talas, mas que ao mesmo tempo permitam alguma mobilização, fundamental para a deposição orientada do colagénio, sem atingir o grau comprometedor da própria cicatrização.

As técnicas de sutura com fios cruzados vulgarmente propostas são lesivas para o ligamento, por levarem à isquemia. O ideal é a sutura de fios em U, passados por túneis trans-ósseos, efectuados na periferia da inserção do ligamento. Se os túneis forem efectuados na própria área de inserção ligamentar, a sutura conduz a estreitamento da área de contacto dos topos lace- rados com prejuízo da cicatrização.

Os resultados da sutura são variáveis, dependendo de vários factores, como o local e o tempo de evolução da rotura, a técnica de sutura, a protecção pós-operatória, a recuperação funcional.

Vários autores apresentaram trabalhos de revisão e verificaram existir degradação dos resultados com o decorrer do tempo (12,23,24).

O autor não é apologista da sutura sistemática do LCA roto em fase aguda, mas apenas em alguns casos com lesões associadas, as quais por si só justifiquem reparação nesta fase, realizando simultaneamente o reforço com enxerto ligamentar. O LCA roto é suturado sobre o enxerto ligamentar, facilitando o processo de ligamentização e a proprioceptividade. De igual modo, em situações crónicas, em que o LCA rompeu proximalmente e se uniu ao LCP, o autor utiliza a mesma técnica. Nos 39 casos em que a utilizou, apenas teve que reintervir artroscopicamente em um por défice de extensão, devido a conflito do ligamento com o tecto da chanfradura e à presença de ciclope. A extensão completa foi recuperada com a abertura da chanfradura e com a exérese do ciclope.

### **Plastias extra-articulares**

As plastias extra-articulares, utilizadas de forma isolada ou em associação com plastias intra-articulares, destinam-se a anular o ressalto rotatório

ântero-externo secundário à rotura do LCA. Foram descritas várias técnicas, utilizando quase sempre a fascia lata:

- Lemaire em 1967 (40).
- Galway em 1972 (27).
- MacIntosh em 1976 (45).
- Losee em 1978 (44).
- Ellison em 1979 (19).
- Andrews em 1983 (3).
- Müller em 1983 (48).

Podem ter indicação em indivíduos sedentários, com idade algo elevada para a reconstrução intra-articular, em média superior a 40 anos, e que, apesar do tratamento conservador correctamente efectuado, mantenham episódios de instabilidade na vida diária.

De execução fácil e de rápida recuperação, revelam-se eficazes quando o ponto de fixação fica situado em posição pósterio-superior relativamente à inserção femoral do ligamento lateral externo (Fig. 15), considerado o ponto

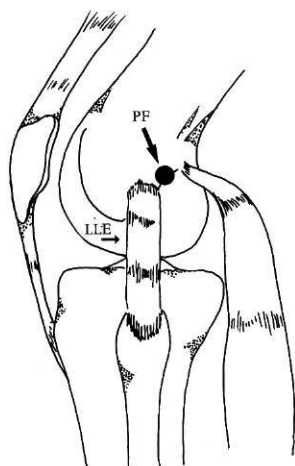


Fig. 15 — LLE: Ligamento lateral externo.

PF: Ponto de fixação da plastia extra-articular situado em posição pósterio-superior em relação ao LLE.

isométrico da reconstrução extra-articular externa. Porém, com o decorrer do tempo, não só se verifica a degradação destas plastias, deixando de cumprir a sua finalidade, como, por outro lado, enquanto funcionantes, podem mesmo considerar-se causadoras de artrose do compartimento interno, por solicitação exagerada do ponto de ângulo pósterio-interno.

O autor é de opinião que na maioria das vezes a reconstrução intra-articular deve ser preferida às plastias extra-articulares como primeira escolha,

mesmo em doentes com idade superior a 40 anos. Até nos casos em que já existem lesões cartilagueas, e mesmo naqueles em que foi efectuada meniscectomia, a reconstrução ligamentar pode estar indicada. A estabilização articular conferida pela ligamentoplastia geralmente reduz a dor, os derrames e os episódios de instabilidade, retardando a degradação articular.

A escolha do enxerto para a reconstrução intra-articular neste grupo etário merece especial atenção. É que com o habitual enxerto homo-lateral de tendão rotuliano (OTO) a recuperação é difícil, nomeadamente a extensão. É preferível optar pela colheita de enxerto OTO do outro joelho, ou então utilizar tendão quadricipital, tendões da "pata de ganso," ou mesmo enxerto de cadáver.

### Plastias intra-articulares

A aponevrose da fascia lata foi o primeiro transplante a ser utilizado como substituto do LCA por Hey Grooves em 1920. O enxerto tinha cerca de 10 cm de comprimento e 2 cm de largura (29) (Fig. 16), era desinserido do tubérculo de Gerdy e passado por túneis no fémur e na tibia.

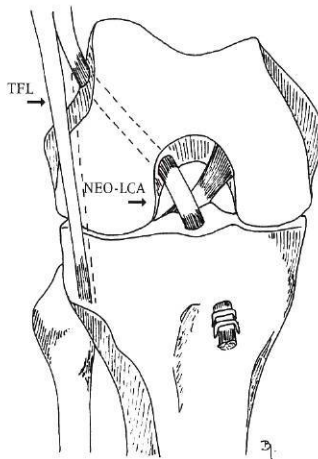


Fig. 16 — Técnica de Hey Grooves.

TFL: Tensor da fascia lata. Neo LCA: Neo-ligamento cruzado anterior reconstruído com TFL passado por túnel femoral e tibial.

Esta cirurgia pode considerar-se o ponto de partida para as técnicas actualmente utilizadas na reconstrução do LCA.

A primeira referência à utilização do tendão rotuliano é atribuída a Landa, em 1927.

Em 1936, Campbell descreveu uma cirurgia, utilizando a parte interna do tendão rotuliano, cápsula e tendão quadricipital, passados através de túneis femoral e tibial (11). Foi o primeiro autor a chamar a atenção para a elevada frequência de lesões meniscais internas associadas à rotura do LCA, a que se deve prestar especial atenção no acto de reconstrução.

Em 1938, Palmer apresentou os primeiros orientadores, já algo elaborados, para a realização dos túneis ósseos destinados à passagem do neo-ligamento (52).

A Guerra de 1939-1945 levou na Europa a uma interrupção da evolução técnica na reconstrução do LCA, enquanto os Estados Unidos continuaram a evoluir normalmente.

O'Donoghue, em 1950, chamou a atenção para a conveniência do diagnóstico correcto das lesões agudas, descrevendo a "tríade infeliz", que envolvia o LCA, o ligamento lateral interno e o menisco interno (51). Propunha a reconstrução do LCA na fase aguda, utilizando uma tira de fascia lata, além da sutura das restantes estruturas lesadas. Foi também este autor o primeiro a descrever as instabilidades rotatórias, iniciando-se então a tentativa de correcção das instabilidades ântero-externas, tornando mais tensas as estruturas internas, distal e anteriormente.

A ideia da utilização dos tendões da "pata de ganso" deve-se a Lindeman, em 1950. O tendão do recto interno era desinserido distalmente e passado através da cápsula posterior, sendo realizado um túnel tibial na zona pré-espinal (42) (Fig. 17). Trata-se de uma plastia activa, que não substituiu directamente o LCA, mas, pelo seu efeito activo de contracção muscular, tenta reduzir a translação tibial anterior.

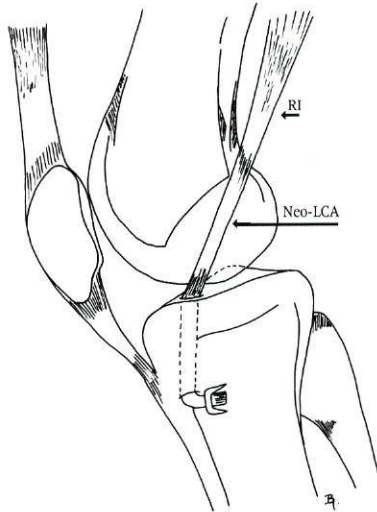


Fig. 17 — Técnica de Lindeman. O tendão do recto interno (RI) desinserido distalmente passa por um túnel tibial (pré-espinal). Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

1963 é a data que marca profundamente a utilização do tendão rotuliano como enxerto ligamentar. Foi Kenneth-Jones o grande impulsionador. Servia-se do terço médio do tendão, que permanecia inserido na tíbia, prolongando-se proximalmente por osso da rótula e tira de tendão quadricipital.

Não era feito túnel na tíbia, mas apenas no fêmur (33) (Fig. 18).

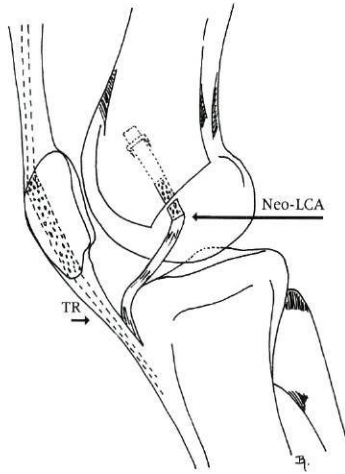


Fig. 18 — Técnica de Keneth-Jones, utilizando tendão rotuliano (TR) apenas com um túnel no fêmur e passando em baixo pelo bordo anterior da tíbia. Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

A passagem pelo bordo anterior da tíbia não permitia fixar a inserção óssea rotuliana junto da inserção femoral original do LCA, tendo de ficar muito anterior. Daí que o conflito com o tecto da chanfradura era inevitável, sendo constante o défice de extensão ou a degradação da ligamentoplastia.

Bruckner, em 1964, sugeriu a desinserção do tendão rotuliano, com pastilha óssea da tíbia e da rótula (9). Assim se dava início ao mais usado enxerto ligamentar para a substituição do LCA, o osso-tendão-osso (OTO). Esta sugestão foi aceite por Franke (24) e Dejour (17) (Fig. 19). Dejour e Chambat começaram por estudar a viabilidade deste enxerto no cão.

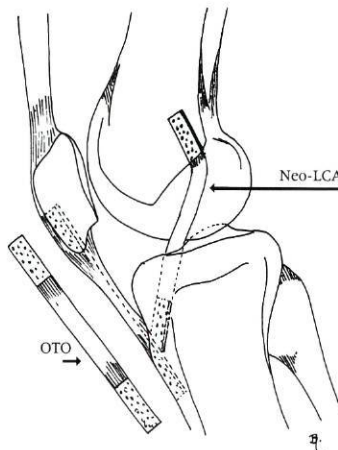


Fig. 19 — Técnica de Franke e Dejour. O osso-tendão-osso (OTO) é constituído por tira de tendão rotuliano com pastilhas de osso em cada extremo. O neo-ligamento reconstruído com OTO é fixo no túnel femoral e tibial. Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

Nesta altura, nos Estados Unidos, Clancy iniciou estudos idênticos, publicando em 1982 uma variante técnica em que o enxerto não era dissecado da bolsa de Hoffa, tentando assim preservar a vascularização (14) (Fig. 20).

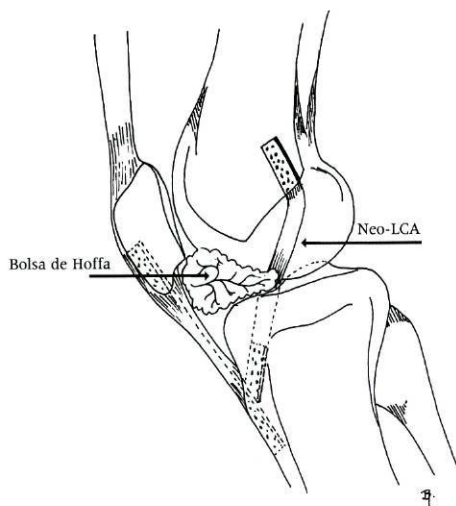


Fig. 20 — Técnica de Clancy. A bolsa de Hoffa não era desinserida do enxerto, para preservar uma vascularização favorável.  
Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

Progressivamente foi abandonando este pormenor técnico, por não encontrar vantagens quanto à vascularização e por terem surgido défices de extensão por interposição da bolsa de Hoffa entre a tíbia e o fémur.

Freeman, em 1967 (25), chamou a atenção para a reeducação proprioceptiva, apoiado em estudos neurofisiológicos sobre os receptores Golgi, Ruffini e Pacini.

Ainda em 1967, Lemaire descreveu o teste de ressalto em rotação interna da tíbia (40), praticamente patognomónico da rotura do LCA. Até então, o diagnóstico desta rotura só era feito quando, por artrotomia, se retirava o menisco interno. Lemaire descreveu também a técnica da plastia extra-articular ântero-externa anti-ressalto (Fig. 21), eficaz sobre a instabilidade clínica, mas de rápida degradação com o decorrer do tempo.

Lam, em 1968 (38), apresentou uma modificação da técnica de Jones, fazendo o túnel femoral mais próximo da inserção original do LCA, obtendo com isto melhores resultados. Com esta técnica, quando o tendão rotuliano tem comprimento insuficiente, cria dificuldade em esconder a extremidade óssea no túnel femoral.

No mesmo ano de 1968, Slocum (54) explicou a patogénese da instabilidade rotatória, preconizando a transferência dos tendões da "pata de ganso" para o controlo da instabilidade ântero-interna, como complemento da reconstrução intra-articular do LCA.

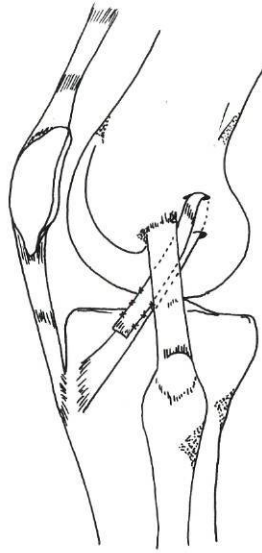


Fig. 21 — Plastia extra-articular de Lemaire

Em 1972, Galway (27) descreveu o teste de “pivot shift” para o diagnóstico clínico da rotura do LCA, assim como o procedimento cirúrgico extra-articular para a sua correcção. Correspondia ao teste descrito em 1967 por Lemaire, um verdadeiro marco histórico na detecção clínica da rotura do LCA. Estes testes tornam-se, por vezes, incómodos para o doente pela dor que despertam, principalmente na fase aguda da lesão ligamentar. Um outro teste mais cómodo para o doente e para o examinador é o que foi descrito pela escola de Lyon (18) (Fig. 22).

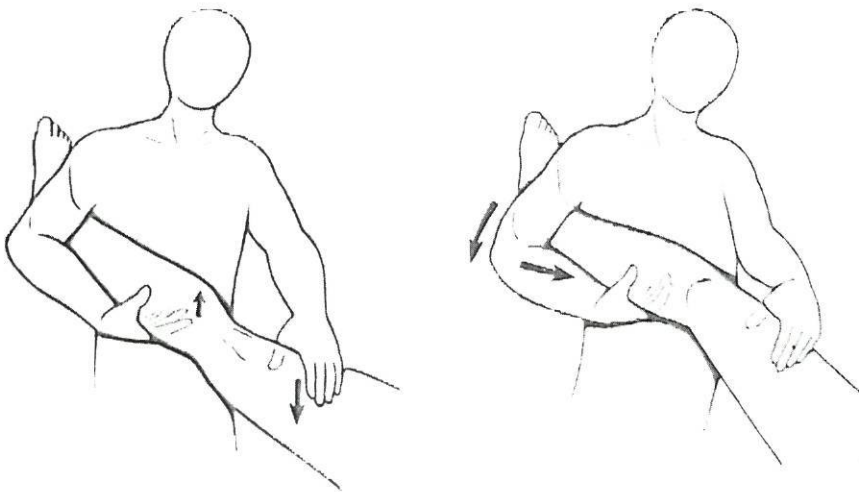


Fig. 22 — Teste da escola de Lyon para a pesquisa da rotura do LCA.

Em 1975, Cho (13) apresentou uma técnica de reconstrução do LCA, utilizando o tendão do músculo semitendinoso, que era seccionado proximalmente, mantendo a inserção tibial.

Torg (57), em 1976, descreveu o teste de Lachman, fundamental na apreciação da translação tibial anterior, mais no aspecto qualitativo que quantitativo.

Em 1976, MacIntosh propôs a reconstrução do LCA com tira de fascia lata, mantendo a inserção no tubérculo de Gerdy e sendo seccionada proximalmente. No fêmur era passada "over the top" e na tíbia era efectuado túnel ósseo (45) (Fig. 23) .

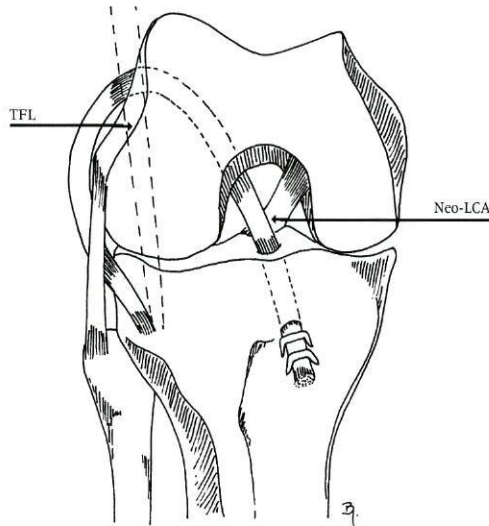


Fig. 23 — Técnica de MacIntosh. A tira de TFL passada "over the top" no fêmur e por túnel na tíbia.  
TFL: Tensor da fascia lata. Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

Ainda em 1976, Erickson apresentou uma variante da técnica descrita por Keneth Jones (21). Mantinha a inserção distal do tendão rotuliano, mas realizava túnel tibial que, encurtando o trajecto, resolvia assim mais vezes os problemas relacionados com o insuficiente comprimento do tendão rotuliano (Fig. 24). Mesmo assim, a técnica só resulta quando o tendão é longo.

Em 1979, Marshall (46) descreveu a técnica que utiliza em contiguidade o terço médio longitudinal do tendão rotuliano, a fascia pré-rotuliana e uma tira de tendão quadricipital, assim obtendo comprimento suficiente para a plastia intra e extra-articular. No fêmur, o enxerto era passado "over the top", sendo realizado túnel na tíbia (Fig. 25). O ponto frágil deste enxerto localiza-se na união da fásia pré-rotuliana com o tendão quadricipital.

Insall, em 1980 (31), propôs a reconstrução do LCA com fascia lata, como Hey Grooves em 1920, mas com duas variantes técnicas:

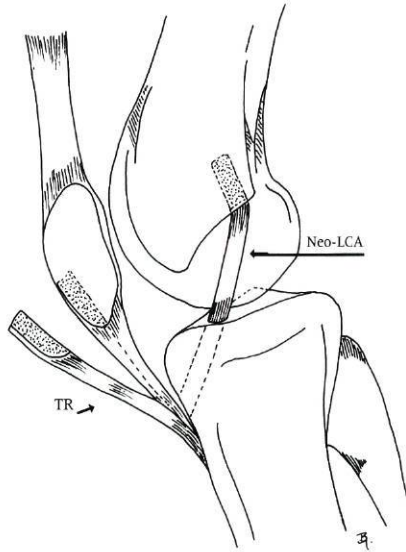


Fig. 24 — Técnica de Erickson. Neo-LCA feito com tendão rotuliano não desinserido da tibia, passado por túnel tibial e fixado em túnel femoral. TR: Tendão rotuliano. Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

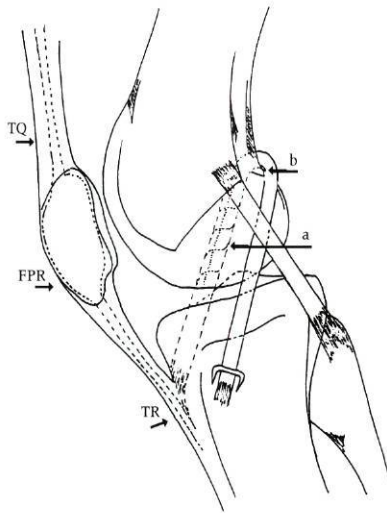


Fig. 25 — Técnica de Marshall. O enxerto longo permite simultaneamente a plastia intra (a) e extra-articular (b).

- 1) Não realizava túnel femoral, sendo o enxerto passado “over the top”.
- 2) Desinseria a tira de fascia lata com pastilha óssea (Fig. 26).

Clancy em 1981 (14), Arnoczky em 1982 (5), Amiel em 1990 (2) e Espregueira Mendes em 1995 (22), estudaram o processo de ligamentização do enxerto.

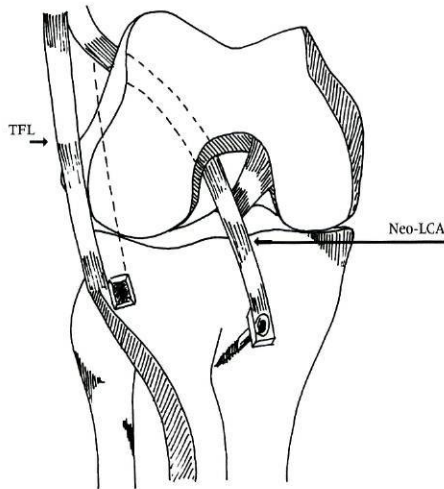


Fig. 26 — Técnica de Insall. Tira de fascia lata com pastilha óssea distal passada "over the top" no fêmur e fixada na face anterior da tibia. TFL: Tensor da fascia lata. Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

Clancy em 1982 (14), e Müller em 1983 (47), propuseram que o enxerto de tendão rotuliano mantivesse união vascular à bolsa de Hoffa (Fig. 20), tentando melhorar a viabilidade do enxerto, o que não viria a ser provado.

Em 1983, Zaricznyj (61) propôs a reconstrução do LCA, utilizando, de forma passiva, os tendões dos músculos semitendinoso e recto interno, os dois passados por túneis independentes na tibia, e um passado por um túnel e outro "over the top" no fêmur (Fig. 27).

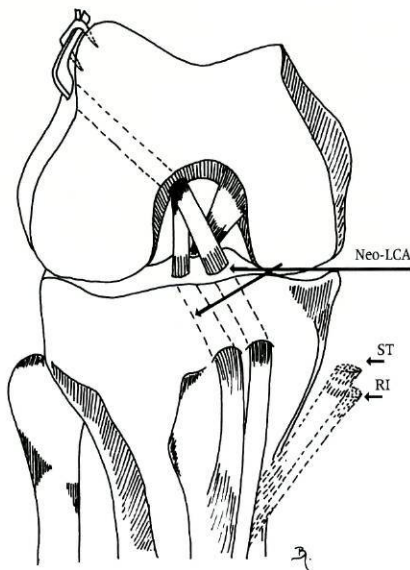


Fig. 27 — Técnica de Zaricznyj. Os tendões do recto interno e do semi-tendinoso passam na tibia por túneis independentes e no fêmur um "over the top" e outro por túnel.

Arms, em 1984 (4), estudou a biomecânica do LCA, com o intuito de melhor orientar a reabilitação pós-operatória.

Lerat, em 1987, descreveu uma técnica que utilizava o enxerto livre de tendão rotuliano e quadricipital, com osso da tíbia e da rótula, um misto das técnicas de Jones e de MacIntosh, tendo-lhe chamado técnica de MacInjones. A tira de tendão quadricipital servia para efectuar a plastia extra-articular (41)(Fig. 28). A colheita do osso rotuliano evita a fragilidade existente no enxerto utilizado na técnica de Marshall.

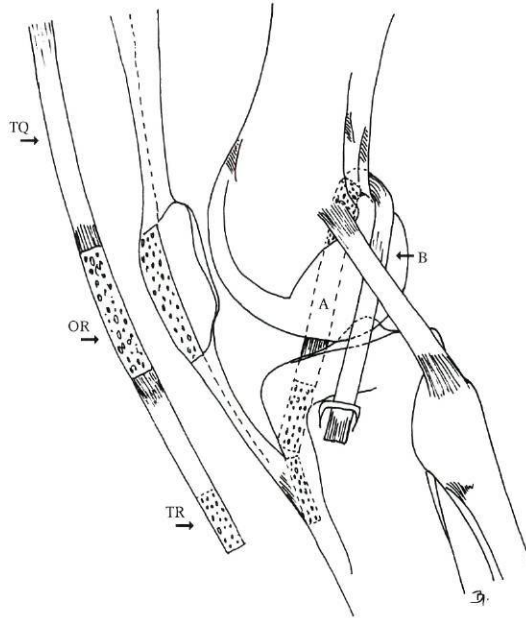


Fig. 28 — Técnica de MacInjones proposta por Lerat. Permite plastia intra (A) e extra-articular (B).  
TQ: Tendão quadricipital. OR: Osso rotuliano; TR: Tendão rotuliano.

Com os tendões do músculo semi-tendinoso e o do músculo recto interno, é possível efectuar uma reconstrução ligamentar mais resistente do que a habitualmente proposta com estas estruturas. Pode-se duplicar esta resistência, ficando o neo-ligamento com quatro feixes (Fig. 29).

A utilização do tendão quadricipital, proposta por Blauth, em 1984 (7), é uma alternativa válida, nomeadamente nos casos de tendinopatia rotuliana ou de rótula baixa (Fig. 30). A sua maior espessura, dupla da do tendão rotuliano, garante grande resistência, com pequena morbilidade. A fixação da zona tendinosa pela técnica de Krackow, com fios de reabsorção lenta ou não reabsorvíveis, permite recuperação segura.

A técnica de uni-túnel proposta por Hendler (28) representa uma evolução apreciável. Evita a incisão na face externa do joelho, reduzindo a morbilidade, nomeadamente o risco de infecção (Fig. 31). No entanto, requer cui-

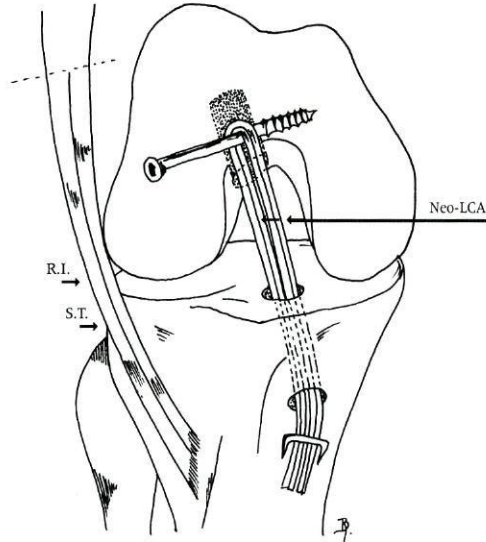


Fig. 29 — Utilização do tendão do recto interno e do semi-tendinoso duplicados.  
R.I.: Recto interno; S.T.: Semi-tendinoso. Neo-LCA: Neo-ligamento cruzado anterior.

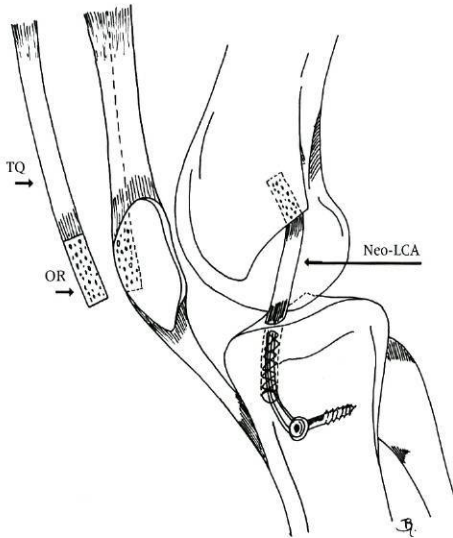


Fig. 30 — Técnica de Blauth. Neo-LCA reconstruído com tendão quadricipital (TQ) e com osso rotuliano (OR) num dos extremos.

dados especiais, designadamente quanto ao local do túnel femoral, por ser muito frequente que este túnel fique erradamente no tecto da chanfradura ou excessivamente anterior, relativamente ao local considerado conveniente quanto à isometria, comprometendo seriamente a viabilidade do neo-ligamento e/ou a mobilidade do joelho.

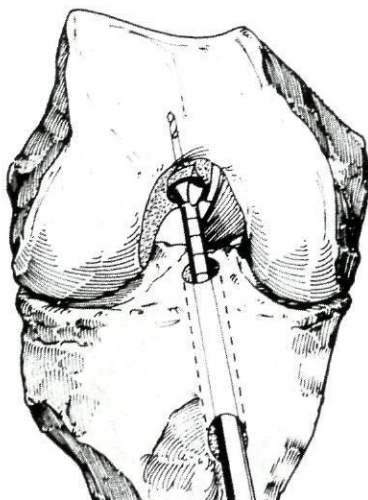


Fig. 31 — Técnica do uni-túnel. Representação da orientação da broca para o túnel femoral a partir do túnel tibial.

### **Plastias mistas (intra e extra-articulares)**

Propostas por alguns autores, quer utilizando enxertos únicos, como Lerat, quer os enxertos independentes osso-tendão-osso e fascia lata, como Dejour (18), teriam a finalidade de anular a gaveta anterior (plastia intra-articular) e a finalidade de anular o ressalto rotatório ântero-externo e proteger o enxerto intra-articular (plastia extra-articular).

Com o decorrer dos anos, verificou-se não existir vantagem na associação destas plastias, como demonstraram Roth (53), Strum (55), Engbretsen (20) e O'Brien (50).

A utilização de fascia lata merece críticas, principalmente nos casos de varismo constitucional, por debilitar o efeito de tirante externo daquela estrutura, essencial para o controlo do varismo.

### **Outros enxertos**

O primeiro relato da utilização do menisco como substituto do LCA foi feito por Lindstrom em 1959 (43). Posteriormente, Walsh, em 1972 (58), e Collins, em 1974 (16), apresentaram os resultados desta técnica, que merece toda a condenação, principalmente na época em que se tentam preservar os meniscos, propondo-se suturas, mesmo em áreas avasculares, e transplante meniscal, tal é a importância que se lhe reconhece.

A utilização de enxertos de cadáver (aloenxertos) tem vantagens inegáveis, como a escolha à vontade da dimensão desejável, a redução do tempo cirúrgico e a ausência de morbilidade inerente à colheita, que é uma constante no enxerto autólogo.

As estruturas mais utilizadas como aloenxertos são:

- Tendão rotuliano com osso nas extremidades.
- Tendão de Aquiles com osso na extremidade.
- Tendão quadricipital com osso rotuliano.
- Fascia lata.

À primeira vista, seria lógico pensar-se que a melhor solução estaria no transplante do LCA do cadáver. No entanto, os problemas relacionados com a oportunidade da colheita e a imunogenicidade do transplante fresco, o perigo da transmissão de doenças (sida, hepatite, sífilis, etc.), a redução da qualidade dos enxertos com os processos de esterilização e de conservação, e o inevitável processo de ligamentização, não fazem deste enxerto a melhor escolha.

Vários estudos experimentais foram efectuados no cão por Arnoczky (6), no macaco por Clancy (15) e no coelho por Alfonso (1). Ficou provado que os enxertos frescos causam intensa reacção inflamatória durante cerca de quatro semanas, enquanto com a congelação essa reacção é quase totalmente anulada.

O risco de transmissão de doenças é muito reduzido, se a selecção do dador for criteriosa e se o processo de esterilização for bem efectuado. O óxido de etileno foi abandonado por causar intensas sinovites reaccionais. Os raios gama são ainda utilizados, criando problemas na resistência mecânica do enxerto, se as doses forem superiores a três Mrads. Doses inferiores a dois Mrads não alteram a resistência do enxerto, mas não garantem esterilização. A conservação do enxerto por liofilização provoca marcada degradação celular, pondo em causa a qualidade do enxerto. O simples congelamento é o processo que dá mais garantia de preservação das características mecânicas.

Há referência à utilização de enxerto do aparelho extensor do bovino e das suas complicações. Em 1984 Tietge (56) e em 1988 Whipple (59) publicaram a sua série, concluindo não ser um enxerto ligamentar aceitável, pela frequente sinovite reaccional e distensão progressiva, além de não passar pelas habituais fases de ligamentização, comportando-se como um ligamento artificial.

Na década de 1980, verificou-se grande tendência para a utilização de ligamentos sintéticos, quer como substitutos do LCA, quer como reforço de um neo-ligamento. São exemplo de substitutos do LCA os ligamentos em dacron (Leeds Key) (26), as fibras de carbono (32), o Gore-tex (8) e o Proplast (60). Praticamente todos foram abandonados, devido ao elevado número de roturas, sinovites reaccionais, destruição óssea ao longo dos túneis e infecções. O único ligamento de reforço que provou alguma eficácia foi o LAD (Ligament Augmented Device), em polietileno, proposto por Kennedy (35).

São numerosas as variantes técnicas introduzidas nos últimos anos na reconstrução do LCA, com os vários tipos de enxerto.

Métodos de fixação mais resistente permitem recuperação intensiva como: 1) a fixação com parafusos de interposição propostos por Keneth

Lambert (39) e modificados por Kurosaka (37); 2) a tracção com fios resistentes, como propõe Krackow (36).

A reconstrução ligamentar por artroscopia tem vantagens, por reduzir a agressão cirúrgica, principalmente por não seccionar a bolsa de Hoffa nem expor a cartilagem ao ar.

Os estudos de isometria efectuados no cadáver, em computador e em modelos biomecânicos permitiram identificar os melhores locais de implantação do neo-ligamento.

O seguimento clínico dos casos operados, com apoio do RX, da RM e, por vezes, da artroscopia, permite o diagnóstico precoce e o tratamento em tempo útil de complicações pós-operatórias que levam ao défice de mobilidade e/ou à degradação do neo-ligamento.

A reabilitação bem orientada, apoiada em conhecimentos biomecânicos e no normal processo de ligamentização, permite geralmente a obtenção de um neo-ligamento saudável, com características mecânicas e histológicas compatíveis com função quase normal, mesmo na actividade desportiva. Finalmente, é de realçar o papel fundamental da reeducação proprioceptiva, imprescindível ao bom funcionamento articular.

## Referências

1. **Alfonso VS, Sancho FG.** Sustituición del ligamento cruzado anterior mediante aloinjertos tendinosos criopreservados. I: Comportamiento biológico del implante a nivel intra-articular. Estudio experimental. *Rev Ortop Traum* 37 IB (1), 87-89, 1993.
2. **Amiel D, Ing D, Kleiner JB et al.** The natural history of anterior cruciate ligament autograft of patellar tendon origin. *Am J Sports Med* 14: 445-449, 1986.
3. **Andrews JR, Sanders RA.** A "mini reconstruction" technique in treating antero-lateral rotatory instability (ALRI). *Clin Orthop* 172, 93-94, 1983.
4. **Arms SW, Pope MH, Johnson RJ et al.** The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med* 12: 18-19, 1984.
5. **Arnoczky SP, Rubin RM, Marshal JL.** The microvasculature of the cruciate ligaments and its response to injury. An experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg* 61-A, 1221-1224, 1979.
6. **Arnoczky SP, Tarrin GB, Marshall JL.** Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. *J Bone Joint Surg (Am)* 64: 217-219, 1982.
7. **Blauth W.** Die zweizügelige Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes aus der Quadricepssehne. *Unfallneilkunde* 87: 45-51, 1984.
8. **Bolton CW, Brickman WC.** The Gore-Tex expanded polytetrafluoroethylene prosthetic ligament. *Clin Orthop* 196: 202-213, 1988.
9. **Brückner H.** Nouveau principe de traitement chirurgical pour la plastie des lésions des ligaments du genou. *Zentralbl Chir* 89: 1144-1150, 1964.

10. **Cabaud H, Rodkey W, Feagin J.** Experimental studies of acute anterior cruciate ligament injuries and repair. *Am J Sports Med* 7: 18-21, 1979.
11. **Campbell WC.** Repair of ligaments of the knee: report of new operation for repair of anterior cruciate ligament. *Surg Gynecol Obstet* 62, 964-965, 1936.
12. **Chambat P, Walch G, Deschamps G et al.** Les lésions aiguës du ligament croisé antérieur du genou - a propos de 71 malades revus. *Rev Chir Orthop Supl.* II (70), 152-154, 1984.
13. **Cho KO.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitenodesis. *J Bone Joint Surg (Am)* 57: 608-612, 1975.
14. **Clancy WG Jr, Narechania RG, Rosemberg TD et al.** Anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in rhesus monkeys: a histological, microangiographic, and biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg* 63-A, 1270-1274, 1981.
15. **Clancy WG, Ray M, Zoltan J.** Non operative or operative treatment of acute anterior cruciate ligament tears. *J Bone Joint Surg* 70-A, 1483-1486, 1988.
16. **Collins HR.** The meniscus as a cruciate ligament substitute. *Am J Sports Med* 2, 11-12, 1974.
17. **Dejour H.** Méthodes thérapeutiques et résultats dans les laxités anciennes. *Rev Chir Orthop* 58 (Suppl.I), 100-103, 1972.
18. **Dejour H, Chambat P, Aglietti P.** Ligamentous surgery of the knee p. 353. In *Insall JN (ed): Surgery of the Knee.* Churchill-Livingstone, New York, 1984.
19. **Ellison AE.** Distal ilio-tibial transfer for anterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg* 61-A, 330-332, 1979.
20. **Engebretsen L, Lew WD, Lewis JL et al.** The effect of an iliotibial tenodesis on intra-articular graft forces and knee joint motio, *Am J Sports Med* 18(2), 169-171, 1990.
21. **Eriksson E.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* 7: 167-171, 1976.
22. **Mendes E.** Lesões crónicas do ligamento cruzado anterior. *Tese de Doutoramento.* Porto, 1995.
23. **Feagin JA Jr, Curl WW.** Isolated tears of the anterior cruciate ligament: 5 year follow-up study. *Am J Sports Med* 4 (3), 95-97, 1976.
24. **Franke K.** Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. *Orthop Clin North Am* 7: 191-193, 1976.
25. **Freeman MA, Wyke BD.** The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* 101: 505-532, 1967.
26. **Fujiikawa K.** Clinical study of cruciate ligament reconstruction with Leeds Keio artificial ligament. *2nd annual symposium on prosthetic ligament reconstruction of the knee,* Philadelphia, p. 132-134, 1988.
27. **Galway RD, Beaupre A, MacIntosh DL.** Pivot-shift: a clinical sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *J Bone Joint Surg* 54-B, 763-764, 1972.
28. **Hendler RC.** A uni-tunnel technique for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Tech Orthop* 2: 52-59, 1988.

29. **Hey Groves EW.** Operation for the repair of the crucial ligament. *Lancet* 2, 674-676, 1917.
30. **Hidetoshi Ihara MD, Megumi Miwa PO.** Acute tears of the anterior cruciate ligament treated by early protective motion: second-look arthroscopy after 3-month conservative treatment. *Orthopaedics International Edition* Vol: 3 n.º 6 November/December 1995.
31. **Insall J, Joseph DM, Aglietti P, Campbell RD.** Bone block iliotibial band transfer for anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg (Am)* 63-A: 560-564, 1981.
32. **Jenkins DHR, McKibbin B.** The role of flexible carbonfibre implants as tendon and ligament substitutes in clinical practice. *J Bone Joint Surg (Br)* 62: 497-499, 1980.
33. **Jones KG.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament: A technique using the central one-third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg (Am)* 45: 925-932, 1963.
34. **Kennedy JC, Stewart R, Walker DM.** Anterolateral rotatory instability of the knee joint: an early analysis of the Ellison procedure. *J Bone Joint Surg* 60-A, 1031-1032, 1978.
35. **Kennedy J.** Application of prosthetics to anterior cruciate ligament reconstruction and repair. *Clin Orthop* 172: 125-128, 1983.
36. **Krackow KA, Thomas SC, Jones LC.** Ligament-tendon fixation: analysis of a new stitch and comparison with standard techniques. *Orthopaedics* 2: 909, 1988.
37. **Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT.** A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 15 (3): 225-228, 1987.
38. **Lam SJS.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the Jones procedure and its Guy's Hospital modification. *J Bone Joint Surg (Am)* 50: 1213-1224, 1968.
39. **Lambert K.** Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop* 172: 85-88, 1983.
40. **Lemaire M.** Rupture ancienne du ligament croisé antérieur du genou; fréquence, clinique, traitement (46 cas). *J Chir (Paris)* 83: 311-320, 1967.
41. **Lerat JL, Dupré-Latour L, Herzberg G, Moyen B.** Revue de 100 patients opérés pour laxité chronique antérieure du genou par un procédé dérivé des méthodes de K. Jones et de D. MacIntosh. Intérêt de la radiographie dynamique pour l'analyse objective des résultats. *Rev Chir Orthop* 73 (Suppl2): 201-204, 1987.
42. **Lindemann K.** Über den plastischen ersatz der Kreuzbänder durch gestielte sehnenverpflanzung. *Ztschr Orthop* 79, 316-318, 1950.
43. **Lindstrom N.** Cruciate ligament plastics with meniscus. *Acta Orthop Scand* 29, 150-151, 1959.
44. **Losee RE, Johnson TR, Southwick WO.** Anterior sub-luxation of the lateral tibial plateau: a diagnostic test and reparative repair. *J Bone Joint Surg* 60-A, 1015-1016, 1978.
45. **MacIntosh DL, Darby TA.** Lateral substitution reconstruction. *J Bone Joint Surg* 58-B, 142-144, 1976.
46. **Marshall J, Warren R, Wickewicz T et al.** The anterior cruciate ligament: A technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop* 143, 97-99, 1979.

47. **Mayo Robson AW.** Ruptured crucial ligaments and their repair by operation. *Ann Surg* 37: 716-718, 1903.
48. **Müller W.** The knee: Form, function and ligament reconstruction. Our current technique of anterolateral femorotibial reconstruction, *Springer-Verlag* 1983.
49. **Müller W.** The knee form, function and ligament reconstruction. Berlin, Heidelberg, New York. *Springer Verlag* 1983.
50. **O'Brien SJ, Warren RE, Wickiewicz TL et al.** The iliotibial band lateral sling procedure and its effect on the results of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 19 (1), 21-24, 1991.
51. **O'Donoghue D.** Surgical treatment of fresh injuries to the major ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg* 32-A (4), 721-724, 1950.
52. **Palmer I.** Injuries to the cruciate ligaments as a surgical problem. Wiederherstellungschir. *Traumatol* 4, 181-183, 1937.
53. **Roth JH, Kennedy JC, Lockstadt H et al.** Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament with and without extra-articular supplementation by transfer of the biceps femoris tendon. *J Bone Joint Surg* 69-A, 275-279, 1987.
54. **Slocum DB, Larson RL.** Rotatory instability of the knee: Its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *J Bone Joint Surg (Am)* 50: 211-225, 1968.
55. **Strum GM, Fox JM, Ferkel RD et al.** Intra-articular versus extra-articular and extra-articular reconstruction for chronic anterior cruciate ligament instability. *Clin Orthop* 227, 238-240, 1989.
56. **Tietge RA, Rojas F.** Anterior cruciate ligament reconstruction using a bovine xenograft prosthesis. *American Orthopaedic Society of Sports Medicine*. Atlanta, GA, 1984.
57. **Torg JS, Conrad W, Kalen V.** Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med* 4: 84-91, 1976.
58. **Walsh JJ Jr.** Meniscal reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 89, 171-172, 1972.
59. **Whipple TL.** Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with Procol xenograft bioprosthesis. 112-117: Prosthetic ligament reconstruction of the knee. *WB Saunders*, Philadelphia, 1988.
60. **Woods GW, Homsy CA, Prewitt JM et al.** Proplast leader for use in cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 7: 314-320, 1979.
61. **Zaricznyj B.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament using free tendon graft. *Am J Sports Med* 11 (3): 164-176, 1983.

## AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA PRÉ-OPERATÓRIA

A avaliação radiográfica pré-operatória inclui as seguintes incidências:

- Face em apoio monopodal.
- Perfil correcto em extensão máxima.
- Perfil correcto a cerca de 30° de flexão em apoio monopodal.
- Incidência de túnel.
- Axial da rótula.

O RX de face pode mostrar varismo com alterações degenerativas fêmuro-tibiais internas, frequentes nos casos de meniscectomia interna prévia, podendo orientar para associar a osteotomia tibial de valgização à reconstrução do LCA (Fig. 32 A, B). Por vezes, só na incidência de Schuss é possível ver-se as alterações degenerativas em fase inicial (Fig. 13).

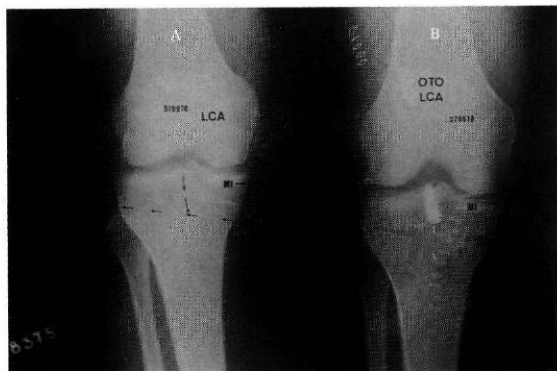


Fig. 32 — RX de face. A: Pré-operatório mostrando varismo constitucional e sinais degenerativos fêmuro-tibiais internos após meniscectomia interna em joelho com rotura do LCA. B: Pós-operatório mostrando osteotomia tibial de valgização por adição interna e parafusos de interposição usados na reconstrução do LCA.

No RX de perfil correcto em extensão máxima pode ver-se se a linha que une os locais habituais de implantação do enxerto ligamentar é interceptada pelo tecto da chanfradura. É frequente encontrar-se isto nos casos de ângulo de báscula epifisária femoral pequeno e, mais ainda, se associado a recurvatum.

O RX de perfil correcto a cerca de 30° de flexão em apoio monopodal pode revelar subluxação anterior da tibia, situação que requer recuperação mais cuidadosa, com apoio total do membro mais tardiamente do que é habitual (Fig. 33).

A incidência de túnel mostra o tipo de chanfradura intercondiliana. Nos casos de chanfradura estenosada, principalmente se associada a recurvatum e a pequeno ângulo de báscula epifisária femoral, acentua-se a hipótese de conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura (Fig. 34).

A incidência axial permite verificar se existe alguma alteração na congruência fêmuro-rotuliana.

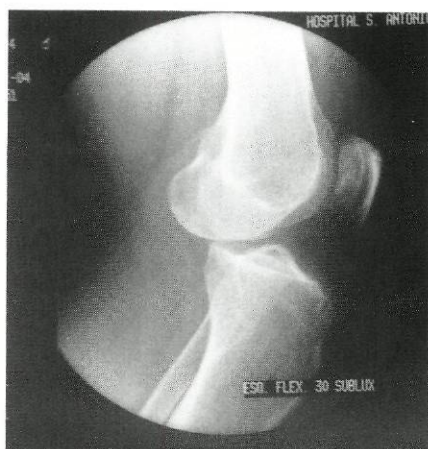


Fig. 33 — RX de perfil a 30° de flexão, em apoio monopodal. Subluxação anterior da tibia.



Fig. 34 — Incidência de túnel mostrando estenose da chanfradura intercondiliana.

## CHANFRADURA INTERCONDILIANA E ROTURA DO LCA

É quase consensual a necessidade de abrir a chanfradura intercondiliana para a reconstrução do LCA, roto isoladamente. Já nas lesões ligamentares complexas, cujos mecanismos de acção são diferentes dos da rotura isolada, a abertura da chanfradura pode não ser necessária. A rotura isolada quase sempre se relaciona com estenose da chanfradura, que condiciona conflito do LCA com o tecto ou com a vertente externa da mesma, quando o joelho se aproxima da extensão e, mais ainda, quando, existindo recurvatum acentuado, o quadricípede se contrai.

Vários autores estudaram, no cadáver, com RX simples ou com TAC, as formas da chanfradura e o conflito com o LCA: Anderson (1), Feagin (2), Kieffer (3), Souryal (5) e Tanzer (6). Todos concluíram existir relação nítida entre a estenose da chanfradura e a lesão aguda do LCA, prevendo mesmo a lesão do LCA nos dois joelhos quando a estenose é muito acentuada.

A classificação mais utilizada dos tipos de chanfradura foi apresentada por Tanzer (6). O método de Souryal (Fig. 35) é vulgarmente usado para quantificar a estenose.

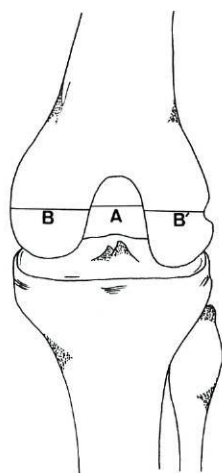


Fig. 35 — Método de Souryal para medição da chanfradura intercondiliana.

A hiperlaxidez e o recurvatum acentuado aumentam a probabilidade de conflito do LCA com o tecto da chanfradura.

A incidência de túnel e o perfil correcto a 30° devem sempre fazer parte do estudo radiográfico pré-operatório. A incidência de túnel mostra as anomalias da chanfradura e o perfil correcto permite quantificar o ângulo de bascula epifisário femoral (Fig. 36), que varia na razão inversa do conflito do LCA com a chanfradura. Permite ainda avaliar a altura da rótula.



Fig. 36 — RX de joelho. Perfil correcto. Ângulo epifisário normal de 55°, definido pela linha cortical posterior do fémur e pela linha de Blumensat.

Uma chanfradura normal na incidência de túnel não é garantia de ausência de estenose, pois pode haver cartilagem espessa que não tem tradução no RX e só é visível per-operatoriamente.

O diagnóstico de rótula baixa alerta para o perigo de a abertura da chanfradura poder criar problemas na articulação fémuro-rotuliana. Assim, como regra, não deve a chanfradura ser aberta além da zona de contacto fémuro-rotuliano, quando o joelho está flectido a 90°. A localização do orifício intra-articular do túnel tibial anterior à inserção do LCA propicia o conflito do neo-ligamento com o tecto da chanfradura, requerendo excessiva abertura desta, o que, no caso de rótula baixa, pode gerar mais facilmente problemas fémuro-rotulianos. A chanfradura deve ser aberta na zona súpero-externa até à inserção do LCA. A abertura excessiva na área de inserção pode criar perda de isometria, por obrigar a inserção do neo-LCA a ficar excessivamente externa.

O orifício intra-articular do túnel tibial deve localizar-se na inserção original ou algo internamente. Se ficar mais externo, facilita o conflito com a vertente externa da chanfradura.

A técnica de uni-túnel facilmente conduz ao conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura, porque condiciona que o túnel femoral seja realizado no próprio tecto, podendo levar ao tal conflito durante a extensão do joelho. Outra ocorrência frequente é a localização muito anterior do orifício intra-articular do túnel femoral, causando alterações da mobilidade ou distensão ou rotura do neo-ligamento (Fig. 37). Há, actualmente, grande tendência para a realização do túnel tibial em posição posterior em relação à inserção do LCA, para reduzir a incidência de conflito com o tecto da chanfradura. Mas, isto conduz a um neo-LCA mais verticalizado e mais curto que o desejável, principalmente quando o orifício intra-articular do túnel femoral é excessivamente anterior, criando redução na eficácia da reconstrução.

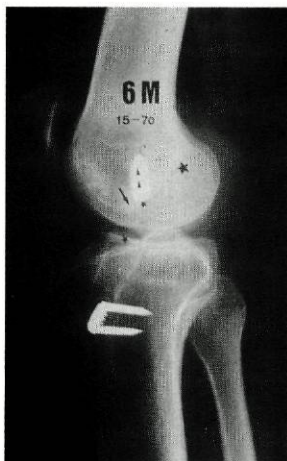


Fig. 37 — RX de perfil do joelho de doente com arco de mobilidade 15°-70°, submetido a reconstrução do LCA pela técnica do uni-túnel. Inserção femural do neo-LCA muito anterior.

O recurvatum acentuado, nomeadamente o de origem óssea ou mista, pode ser uma indicação para osteotomia prévia ou concomitante com a reconstrução do LCA. A redução do recurvatum diminui a possibilidade de degradação do neo-ligamento pela chanfradura, mas, por outro lado, se a inclinação posterior dos pratos tibiais ficar excessiva (superior a 15°), representa um factor de hiper-solicitação do neo-LCA. Por isso, a indicação de osteotomia deve ser bem ponderada e a recuperação cuidadosa, nomeadamente no que se refere à extensão total e ao apoio do membro operado, que devem ser iniciados mais tardiamente.

De acordo com os trabalhos de Yaru (7), a chanfradura deve ser aberta de modo a ficar um espaço de pelo menos 3 mm entre o neo-LCA e o tecto, quando o joelho está em extensão. Yaru justifica esta atitude pelo aparecimento de neo-cartilagem na zona de abertura da chanfradura que pode conduzir à redução das suas dimensões. De igual modo, mostrou que a contracção quadricipital provoca subluxação anterior da tibia, facilitando o conflito da chanfradura com o neo-ligamento. Associando a isto o espessamento fisiológico do neo-LCA nos primeiros meses após a cirurgia, facilmente se compreende a frequência do défice de extensão. Por volta do segundo mês pós-operatório, verifica-se o aparecimento deste défice, desde que o neo-LCA mantenha a tensão normal e espessura típica de uma correcta sinovialização. Se, pelo contrário, o neo-ligamento estiver distendido a extensão é possível.

O conflito de espaço provoca dor referida ao interior e à zona anterior do joelho quando se força a extensão, o mesmo ocorrendo com o ciclope e com o nódulo intra-articular. Já, quando a dor é referida à face posterior do joelho, a hipótese de conflito de espaço fica excluída, estando em causa a retracção das estruturas posteriores. No caso de conflito de espaço, o doente

apresenta flexo, atrofia muscular, dor e pequeno derrame, sendo o flexo geralmente redutível durante o tratamento fisioterápico, mas reaparecendo alguns minutos após a sua paragem.

O RX de perfil em extensão máxima pode mostrar conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura, evidenciado pela intercepção da linha de Blumensat com a linha de união dos pontos de inserção do neo-ligamento (Fig. 38).

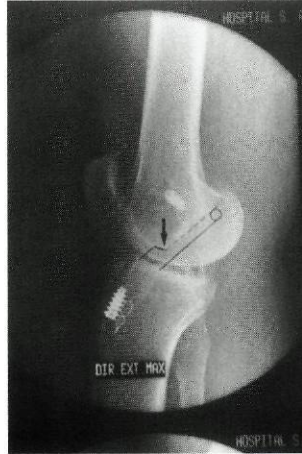


Fig. 38 — RX de perfil e em extensão máxima. Intercepção da linha de Blumensat (seta) com a linha de união dos pontos de inserção do neo-LCA.

No entanto, o conflito pode ter outra causa não detectável pelo exame radiográfico, como seja o espessamento do neo-LCA e da neo-cartilagem, situação bem evidenciada pela RM. As imagens ponderadas em T2 mostram o hiper-sinal do neo-LCA nos casos de conflito, e permite ainda o diagnóstico de outras causas de flexo, como, por exemplo, o ciclope (4) (Fig. 39).

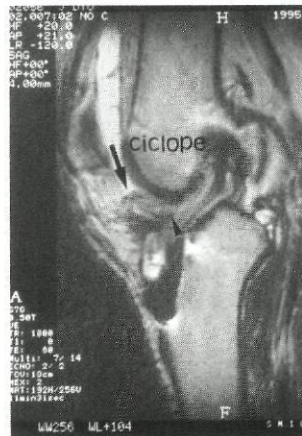


Fig. 39 — RM. Ponderação T2. Perfil. Formação nodular anterior à inserção distal do neo-LCA-ciclope (seta). Dois terços distais do neo-LCA anormalmente hiper-intensos.

A cirurgia artroscópica é o método ideal para o tratamento do déficit de extensão, por permitir a abertura fácil da chanfradura e a exérese da formação nodular com melhor visibilidade e menor morbidade. Os casos mais graves requerem seguimento fisiátrico cuidadoso, podendo ser necessária joelheira em extensão, permanentemente durante cerca de uma semana, e depois apenas durante a noite, para induzir distensão das estruturas posteriores.

O hiper-sinal do neo-LCA que a RM mostra só desaparece cerca de três semanas após cirurgia bem sucedida.

O desaparecimento da dor na extensão é uma constante, logo no dia seguinte à cirurgia. Mesmo vários anos após a reconstrução ligamentar, em que persistem as dores na extensão por conflito, a abertura da chanfradura conduz ao alívio sintomático.

## Referências

1. **Anderson AF, Lipscomb AB, Lindahl KJ, Addlestone RB.** Analysis of the intercondylar notch by computed tomography. *Am J Sports Med* 15 (6): 547-548, 1987.
2. **Feagin JS, Cabaud HE, Curl WW.** The anterior cruciate ligament: radiologic and clinical signs of successful and unsuccessful repairs. *Clin Orthop* 164: 54-58, 1982.
3. **Kieffer DA, Curnow RJ, Southwell RB et al.** Anterior cruciate ligament arthroplasty. *Am J Sports Med* 12 (4): 301-304, 1984.
4. **Noronha JC, Rogrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope: uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortop Traum* 5: 241-244, 1997.
5. **Souryal TO, Moore HA, Evans JP.** Bilaterality in anterior cruciate ligament injuries: associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med* 16(5): 449-451, 1988.
6. **Tanzer M, Lenczner E.** The Relationship of Intercondylar Notch Size and Content to Notchplasty Requirement in Anterior Cruciate Ligament Surgery. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 6 (2): 89-93, 1990.
7. **Yaru NC, Daniel DM, Penner D.** The effect of tibial attachment site on graft impingement in an anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 20: 217-220, 1992.

## ESCOLHA DO ENXERTO PARA A RECONSTRUÇÃO DO LCA

É opinião quase unânime que o OTO é o melhor enxerto para a reconstrução do LCA (1). No entanto, às vantagens que lhe são atribuídas contrapõem-se complicações relativamente frequentes. Sachs (5) refere que, um ano após a cirurgia, há redução da força quadricipital para menos de 80% em 65% dos doentes, défice de extensão superior a 5° em 44% dos doentes e dor rotuliana em 19% dos doentes. O sintoma mais frequente foi a crepitação fémuro-rotuliana, dolorosa ou não, mas sempre referida pelo doente como incomodativa.

Complicações idênticas referem L. Paulos (4) e Huegel (2).

Na revisão de 60 casos de um estudo efectuado pelo autor, com média de 17 meses de seguimento pós-operatório (8-32), 30% tinham dor no local da colheita do enxerto, 10% crepitação fémuro-rotuliana e 12% tinham défice de extensão superior a 5°. Foram submetidos a cirurgia artroscópica, para abertura da chanfradura, seis casos, sendo retirado ciclope em dois. Todos os casos reoperados e todos os que tinham queixas de tipo rotuliano tinham sido operados com OTO. Dos 20 casos operados com tendão quadricipital (TQ), dois apresentavam défice de extensão, um de 5° e outro de 8°. Este último caso apresentava dor quando era tentada a extensão, e o RX em extensão máxima revelava conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura. O doente não aceitou a cirurgia. Nenhum destes casos referiu dor de tipo rotuliano. A dor pós-operatória e a drenagem hemática foram nitidamente inferiores nos casos operados com tendão quadricipital.

A avaliação das radiografias dos 60 casos operados e as imagens de RM de 40 casos (20 operados com OTO e 20 operados com TQ), permitiram correlacionar as queixas de cada doente com a técnica cirúrgica. A grande percentagem (90%) de queixas surgiu em doentes operados com OTO por mini-artrotomia. As sequelas da colheita do OTO e da agressão da bolsa de Hoffa talvez sejam as causas de tão elevada percentagem de queixas.

A utilização de tira de tendão quadricipital com bloco ósseo da rótula tem proporcionado resultados superiores aos obtidos com tendão rotuliano (3). A avaliação objectiva e subjectiva dos doentes, associada às imagens obtidas por RM, levam-nos a considerá-lo o enxerto de eleição. Apresenta, na opinião do autor, vantagens nítidas relativamente ao OTO:

- Menor morbilidade na zona dadora.
- Muito menor perda hemática
- Ausência de alterações sensitivas. Quando é utilizado o OTO, surge quase sempre hipostesia na face externa do joelho, por secção do ramo infra-patelar do nervo safeno interno.
- Maior espessura e conseqüente maior resistência.

- Possibilidade de forma cilíndrica, com cerca de 8 mm de espessura, que permite melhorar a integração no osso do túnel.
- Reconstrução possível com 2 feixes, assemelhando-se ao LCA original (Fig. 40 A, B).
- Possibilidade de sutura do defeito deixado pela extração do enxerto, que minimiza o déficit muscular.

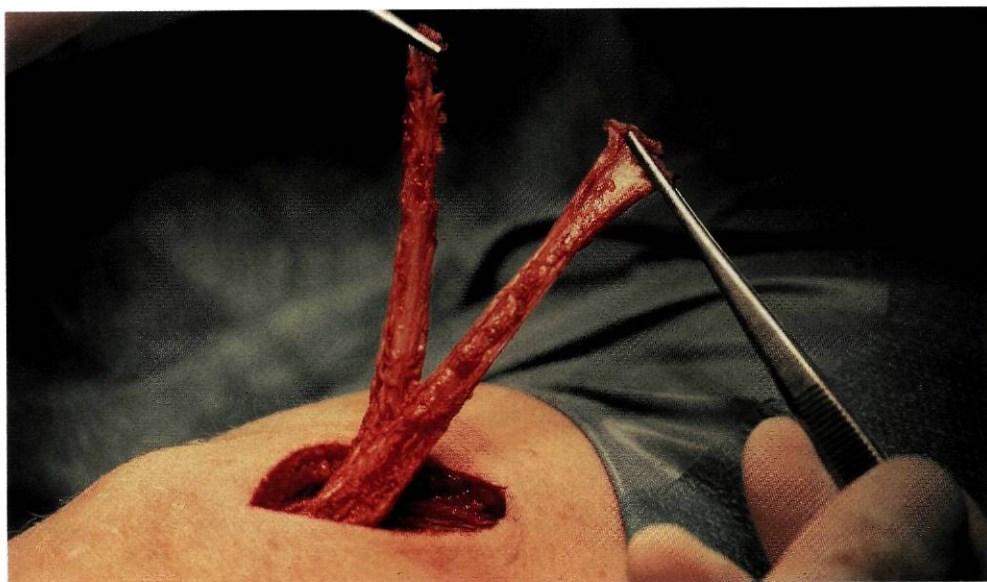


Fig. 40 A — Enxerto de tendão quadricipital com 2 feixes.

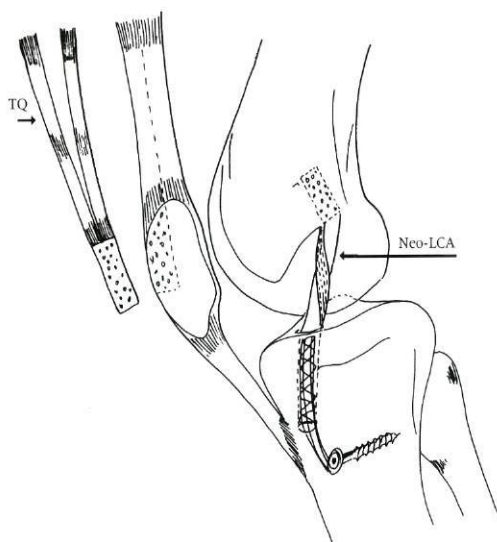


Fig. 40 B — Reconstrução do LCA com enxerto de tendão quadricipital com 2 feixes.

## Referências

1. *Conferência de consenso da International Arthroscopy Association, European Society of Knee Surgery and Arthroscopy e International Society of the Knee*. Estocolmo, 1990.
2. **Huegel M, Indelicato P**. Trends in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med* 7:801-805, 1988.
3. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Pinto A, Rodrigues B, Encarnação Â**. Reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendão quadricipital. *Rev Port Ortop Traum* 6: 143-147, 1998.
4. **Paulos LE, Rosenberg TD, Drawbert J e al**. Infrapatellar contracture syndrome: an unrecognized cause of knee stiffness with patella entrapment and patella infera. *Am J Sports Med* 15 (4): 331-334, 1987.
5. **Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF**. Patello-femoral problems after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 17 (6): 760-764, 1989.

## ENXERTO DE TIPO OTO NA RECONSTRUÇÃO DO LCA

O enxerto OTO continua a merecer a preferência da maioria dos ortopedistas para a reconstrução do LCA.

A elevada resistência (1) e a rigidez de fixação permitem recuperação fisiátrica intensa. A colheita, ao mesmo tempo que é fácil, deixa aberto o trajecto para a reconstrução ligamentar, pela técnica de mini-artrotomia trans-tendão rotuliano.

### Complicações

A utilização deste enxerto acompanha-se de complicações, com frequência não desprezável. Além das complicações inerentes a qualquer acto cirúrgico, como a infecção e o hematoma, pode ocorrer:

- Tendinite.
- Condropatia rotuliana.
- Rótula baixa.
- Rotura do tendão.
- Fractura da rótula.

A tendinite está relacionada, principalmente, com exercícios de recuperação intempestivos, nomeadamente a extensão contra-resistência e a flexão acentuada, durante as primeiras semanas após a cirurgia. A sutura do tendão rotuliano e/ou a sutura apertada do peri-tendão podem originar tendinite.

A condropatia rotuliana é uma complicação muito frequente quando o osso rotuliano do enxerto é colhido com osteótomo e não com serra oscilante. É um caso típico de condropatia pós-contusiva.

O pano sinovial que, por vezes, recobre os côndilos femorais e a parte distal da superfície articular da rótula, após a reconstrução do LCA com OTO, é responsável por crepitação incomodativa, não só referida pelo doente, mas geralmente audível. Não deve tal crepitação ser atribuída às lesões condrais rotulianas. Ela, quase sempre, diminui acentuadamente ou mesmo desaparece após a exérese do pano sinovial. Esta exérese deve ser feita, de preferência, por artroscopia.

A sutura do defeito deixado pela colheita do OTO provoca o abaixamento imediato da rótula, que, apesar de pequeno, condiciona, contudo, recuperação mais dolorosa nas primeiras semanas após a cirurgia do que nos casos em que o defeito não é suturado. No entanto, os valores mais marcados de abaixamento verificam-se algumas semanas após cirurgia em que houve agressão da bolsa de Hoffa, imobilização do joelho em extensão, ou quando existe hipotonia do quadricípede, sendo útil a estimulação eléctrica deste

músculo. O abaixamento tardio da rótula quase sempre se relaciona com amplas artrotomias e longos períodos de imobilização. A apreciação objectiva de retracção da bolsa de Hoffa e dos retináculos, de encurvamento do tendão rotuliano de concavidade anterior e de redução da altura da rótula superior a 10%, relativamente à altura pré-operatória, enquadra-se na síndrome de retracção infra-rotuliana descrita por Paulos (3).

A rotura do tendão rotuliano remanescente está descrita, verificando-se nos casos em que existia tendinopatia prévia à colheita do enxerto ou quando esta colheita foi excessiva.

A fractura da rótula, geralmente transversal, relaciona-se com a colheita do enxerto e/ou com manipulação nos casos de défice de flexão. A colheita do enxerto deve ser efectuada com serra oscilante e lâmina estreita. A oscilação de uma lâmina larga e o corte transversal profundo, frequentemente fragiliza a rótula, propiciando a fractura.

### **Contra-indicações do OTO**

A colheita do OTO para a reconstrução do LCA está contra-indicada em várias situações:

- Condropatia rotuliana.
- Tendinite.
- Alteração da textura do tendão (quisto, calcificação ou rotura).
- Rótula baixa.
- Desalinhamento do aparelho extensor.
- Fises abertas.
- Colheita prévia há menos de 2 anos.

A condropatia rotuliana é quase sempre agravada pela colheita do OTO no mesmo joelho, mesmo que efectuada com serra oscilante.

A tendinite rotuliana é também uma contra-indicação para a colheita de enxerto, quer porque fragiliza o tendão já alterado, quer porque o OTO tem alterações que predis põem à falência do neo-ligamento.

O tendão rotuliano com alterações da textura, nomeadamente com quisto volumoso, com calcificação ou com rotura parcial, não deve ser utilizado como enxerto ligamentar. Se este é colhido da zona lesada vai com grande probabilidade verificar-se a falência da ligamentoplastia. Se a colheita é efectuada na zona íntegra do tendão, a ligamentoplastia terá condições para o sucesso, mas existe o risco de rotura do tendão remanescente.

Na tríade interna, descrita por O`Donoghue (2), com alguma frequência a inserção distal e interna do tendão rotuliano está lacerada. É compreensível que o mecanismo da lesão, em valgo e rotação femoral interna, condicione estiramento daquela estrutura. A RM, efectuada actualmente com relativa frequência no estudo das lesões ligamentares do joelho, facilmente

identifica tais lesões, que, por vezes, passam despercebidas durante o acto cirúrgico de reconstrução ligamentar, mesmo em fase aguda. É lógico que, colhendo o terço médio do tendão rotuliano, apenas o terço externo fica íntegro, predispondo à rotura.

A existência de rótula baixa é geralmente contra-indicação para a utilização do OTO como enxerto ligamentar. O insuficiente comprimento do tendão rotuliano não permite alojar os extremos ósseos do enxerto nos túneis, levando a graves problemas de isometria e de fixação do enxerto.

O desalinhamento do aparelho extensor é, geralmente, agravado pela colheita do enxerto.

Em doentes com fises abertas, a colheita do fragmento ósseo tibial pode desencadear o aparecimento de alterações do crescimento, designadamente joelho recurvatum.

A regeneração do tendão rotuliano, após colheita de enxerto para a reconstrução do LCA, apenas se verifica, em média, dois anos depois. No entanto, faltam estudos que provem a resistência mecânica deste tendão regenerado, persistindo também a dúvida sobre a sua qualidade para outro neo-ligamento. A utilização de outros enxertos (tendão quadricipital, tendões da pata de ganso e aloenxertos) é uma alternativa. Além destes enxertos, o autor pensa que o OTO colhido no outro joelho é também uma boa opção. Um caso particular de indicação de colheita de enxerto no outro joelho é a tríade de O'Donoghue. É que a agressão cirúrgica desta colheita no mesmo joelho é excessiva, por já existirem várias lesões que só por si podem alterar definitivamente o funcionamento do joelho.

A existência de várias lesões associadas à rotura do LCA, como condropatia rotuliana e lesão meniscal, justifica a utilização de enxerto do outro joelho. O autor defende esta atitude para evitar mais uma agressão num joelho já bastante lesado. A artroscopia é a técnica indicada.

## Referências

1. **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS.** Bio-mechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstruction. *J Bone Joint Surg (Am)* 66 (3): 344-352, 1984.
2. **O'Donoghue H.** Treatment of injuries to athletes. Philadelphia, London, W. B. Saunders Company 431-436, 1962.
3. **Paulos L, Wnorowski DC, Greenwald AE.** Infra-patellar contracture syndrome. Diagnosis, treatment, and long-term followup. *Am J Sports Med* 22: 440-449, 1994.

## JOELHO RECURVATUM

O recurvatum é um factor predisponente à rotura do LCA, geralmente “silenciosa”. O repetido impacto do LCA com o tecto da chanfradura conduz à progressiva degradação e à rotura, sem que se verifiquem os habituais sinais e sintomas agudos.

A associação do recurvatum com ângulo de báscula epifisária femoral pequeno aumenta a possibilidade de conflito. A reconstrução isolada do LCA nestes joelhos está quase sempre condenada ao insucesso.

Quando o recurvatum de origem óssea ou mista é acentuado, o autor propõe a osteotomia anti-recurvatum (Fig. 41) associada à reconstrução do LCA. Nestes



Fig. 41 — RX de perfil. Sinais de reconstrução do LCA e de osteotomia anti-recurvatum

casos, o ângulo de inclinação posterior dos pratos tibiais não deve exceder 15°, para evitar a solicitação excessiva do neo-LCA, provocada pela subluxação anterior da tibia. Deve abrir-se bastante a chanfradura. O orifício intra-articular do túnel tibial deve localizar-se na parte posterior da inserção do LCA para reduzir o conflito com o tecto da chanfradura. Apesar disso gerar perda de isometria, causando laxidez do neo-LCA com o joelho em flexão, é o melhor compromisso possível. O orifício intra-articular do túnel femoral será efectuada no local de inserção original do LCA. A fixação definitiva é efectuada com o joelho em extensão de 0°, aceitando-se a laxidez em flexão como um mal menor. Durante cerca de três meses, o doente deve usar tacão de cerca de um centímetro no lado operado, para induzir a retracção das estruturas posteriores, o que dará alguma protecção ao neo-ligamento.

## RECONSTRUÇÃO DO LCA PELA TÉCNICA DE UNI-TÚNEL

A reconhecida importância do LCA no funcionamento do joelho justifica o interesse crescente na sua reconstrução. A rotura é actualmente diagnosticada com facilidade pelos meios de diagnóstico de elevada fiabilidade, como a RM.

À facilidade de diagnóstico correcto de rotura contrapõe-se a dificuldade de reconstrução cirúrgica correcta, a qual implica elevado grau de experiência técnica e de conhecimentos da biomecânica articular, sem o que continuará a haver um número apreciável de insucessos cirúrgicos, dos quais o mais frequente é a rigidez articular em grau inaceitável, superior à da própria falência do neo-ligamento.

A maioria dos cirurgiões ortopédicos das gerações mais recentes têm optado pela técnica de reconstrução do LCA vulgarmente chamada de uni-túnel por ser mais rápida, aparentar menor morbidade por não requerer incisão na face externa do joelho. Se não for cumprido um alto rigor técnico, um número não desprezável de complicações difíceis de resolver pode ocorrer.

Na técnica de uni-túnel, proposta por Hendler (1), o túnel femoral é feito na continuidade do túnel tibial. Por esta técnica, a inclinação lateral máxima possível da broca é só de cerca de 20°. Assim, a realização de um túnel femoral resistente apenas é possível se for executado no tecto da chanfradura ou em local da vertente externa da chanfradura anterior à inserção femoral do LCA. Com tal inclinação, a realização do túnel femoral centrado na inserção do LCA conduz à rotura da parede posterior do côndilo femoral, não permitindo fixação suficiente do enxerto ligamentar.

Os estudos efectuados pelo autor no cadáver e in vivo durante a cirurgia artroscópica confirmam estas afirmações.

Para que seja possível efectuar a reconstrução ligamentar com êxito, sem incisão na face externa do joelho, deve efectuar-se o túnel femoral através de uma incisão ântero-interna, sobre o corno anterior do menisco interno, permitindo aumentar a inclinação lateral da broca para 35°. Com o joelho flectido a 110,° é possível realizar este túnel em local aceitável quanto à isometria e à rigidez de fixação do enxerto ligamentar (Fig. 42 A, B). Mas para obter sucesso é necessária elevada experiência cirúrgica. Por artrotomia não é fácil, devido ao elevado grau de flexão do joelho e conseqüente perda de visão por interposição da rótula. A realização do túnel por artrotomia ou por artroscopia é facilitada pelo uso de orientadores de furação, fabricados de acordo com os pormenores técnicos atrás descritos.

Como vantagens das técnicas "inside-out", assim denominadas por não ser efectuado túnel na face externa do fémur, podem citar-se a ausência de incisão na face externa do joelho e a pouca agressão ao músculo vasto externo,

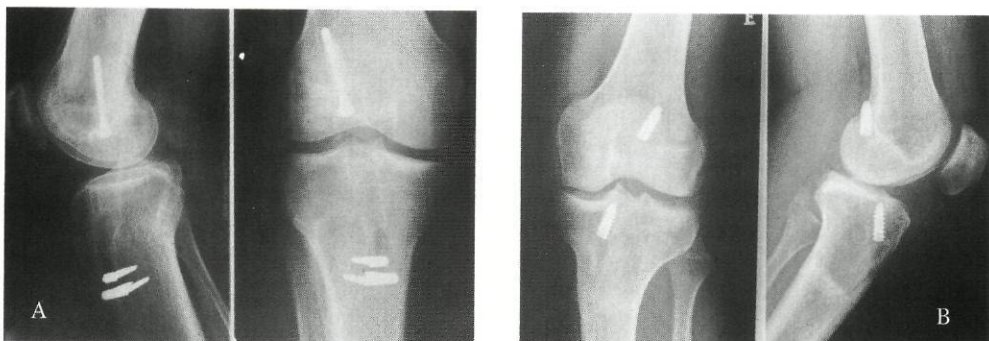


Fig. 42 A, B — RX do joelho. A: Reconstrução do LCA pela técnica do uni-túnel. Inserção femoral em posição muito anterior em relação à original. A posição verticalizada do parafuso indica que a inserção do neo-LCA se localiza no tecto da chanfradura. B: RX de perfil. Reconstrução do LCA pela técnica modificada do uni-túnel; a inserção femoral do neo-LCA está em local correcto.

ao fundo de saco sub-quadricipital e à cortical externa do fémur. Nestas técnicas, a orientação do parafuso de interposição femoral de dentro da articulação para a cortical externa do fémur é característica.

Em contraponto, há várias desvantagens. São técnicas mais difíceis de executar que a cirurgia tradicional. Com muita frequência, como já foi dito, o túnel femoral realizado a partir do túnel tibial fica muito anterior relativamente à inserção original do LCA, ou muito alto no tecto da chanfradura para fugir à indesejável fractura da cortical posterior do túnel, que prejudica a qualidade de fixação do enxerto ligamentar (Fig. 43). Existe grande possibilidade de lesar o



Fig. 43 — RX de perfil do joelho. Reconstrução do LCA pela técnica do uni-túnel. Túnel femoral feito a partir do túnel tibial. A inserção femoral do neo-LCA está muito anterior.

neo-ligamento na união tendão-osso quando se introduz o parafuso de interposição no túnel femoral. É difícil retirar o parafuso femoral nalguns casos de revisão da ligamentoplastia.

De um modo geral, pode afirmar-se que qualquer das técnicas, "outside-in" e "inside-out", pode dar bons resultados. Mas no caso "inside-out", há detalhes técnicos mais delicados a cumprir com rigor, sem o que as complicações são frequentes.

### Referência

1. **Hendler RC.** A uni-tunnel technique for arthroscopic anterior cruciate reconstruction. *Tech Orthop* 2: 52-59, 1988.

## TÚNEL TIBIAL

A realização correcta do túnel tibial é um factor importante para o sucesso da reconstrução do LCA.

Embora a localização do orifício intra-articular do túnel tibial não influencie tanto a isometria como a do orifício intra-articular do túnel femoral (1,3,4,5), é frequente encontrar-se défice de extensão, em resultado da inserção ser excessivamente anterior, como ocorre na técnica proposta por Clancy (2). A RM facilmente detecta conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura (6). O RX de perfil em extensão máxima pode também mostrar tal conflito (Fig. 38).

O ângulo de bascula epifisário femoral pode variar de 30° a 60° (7) (Fig. 36). Quanto menor for este ângulo, maior é a possibilidade de existir conflito com o neo-LCA. Se associadamente existir recurvatum e/ou se a saída intra-articular do túnel tibial for excessivamente anterior, mais provável é o referido conflito.

A inserção do LCA na tíbia é, no plano sagital, relativamente extensa. É compreensível que o neo-LCA implantado na zona anterior da inserção tibial do LCA tenha mais possibilidade de criar conflito com o tecto da chanfradura do que se implantado no centro da referida inserção (Fig. 44).

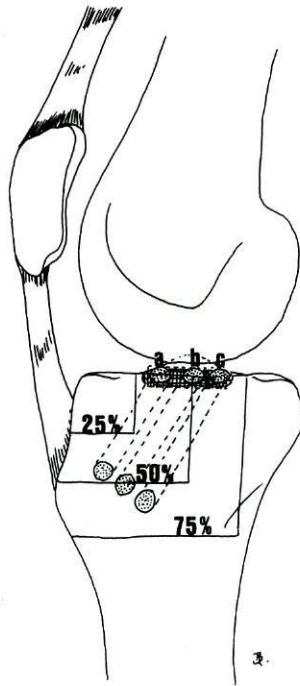


Fig. 44 — Representação do joelho de perfil. A área de inserção do LCA é extensa, representada em três porções: a) anteriores; b) Central; c) Posterior. O neo-LCA implantado na zona a) tem mais possibilidade de criar conflito com o tecto da chanfradura que nas zonas b) ou c).

É necessário abrir tanto mais a chanfradura intercondiliana quanto menor for o ângulo de báscula epifisária femoral.

Do estudo radiográfico pr-operatório deve constar o RX de perfil correcto em extensão máxima que permite orientar a realizao do túnel tibial. Em certos casos, pode também ser necessária a utilizao de amplificador de imagem per-operatoriamente. A realizao dos túneis femoral e tibial poderá ser mais correcta quando assistida por computador, que permite apreciar a variao do comprimento do neo-LCA durante o arco de mobilidade do joelho.

### Referências

1. **Bradley J, Fitzpatrick D, Daniel D, Schercliff T, O' Connor J.** Orientation of the cruciate ligament in the sagittal plane. A method of predicting its length-change with flexion. *J Bone Joint Surg* 70-B (1): 94-99, 1988.
2. **Clancy W G Jr, Nelson DA, Reider B, Narechania RG.** Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg* 64-A: 352-359, March 1982.
3. **Fleming B, Beynnon BD, Johnson RJ, McLeod WD, Pope MH.** Isometric versus tension measurements. A comparison for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 21: 82-88, 1993.
4. **Graft B.** Isometric placement of substitutes for the anterior cruciate ligament. In the Anterior Cruciate Deficient Knee. *New Concepts in Ligament Repair* 102-113. Edited by D. Jackson and D. Drez. St, Louis, C V Mosby, 1987.
5. **Hefzy MS , Grood ES, Noyes F R.** Factors affecting the region of most femoral attachments. Part II: The anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 17: 208-216, 1989.
6. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Rodrigues B, Coelho R, Pinto A.** Impingement of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) on the notch - Detected by Plain X-Rays and Magnetic Resonance Imaging. *Act Radiol Port* Vol X, n.º38, pág.61-64, Abr-Jun 98.
7. **Staubli.** << 8 th Congress of European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy >>- ESKA - Nice - 1998.

## FIXAÇÃO DO ENXERTO

A fixação do enxerto com parafusos de interposição parece ser o método de obter maior rigidez (2). Mas a fixação rígida nos dois extremos, como no OTO, pode torná-lo mais vulnerável à solitação excessiva, nomeadamente se o enxerto foi fixado com tensão elevada e incorrectamente implantado. Por isso, há autores (Dejour, Müller) que propõem, pelo menos numa das extremidades, fixação por tracção com fios. A fixação do enxerto com tendão quadrícipital é exemplo de fixação rígida com parafuso de interposição no extremo ósseo e de fixação "elástica" no extremo tendinoso, pela técnica de Krackow (1).

Na opinião do autor, o local ideal de fixação do enxerto ligamentar é na inserção do LCA, mas, por vezes, é necessário recorrer a variantes da fixação. O autor propõe algumas formas de fixação, descritas a seguir. A comparação pré-operatória do comprimento do tendão rotuliano com a distância entre os orifícios intra-articulares dos túneis tibial e femoral dá orientação sobre a necessidade de alguma modificação na fixação do OTO (Fig. 45 A). Na figura 45 B, o comprimento do tendão rotuliano adapta-se à distância entre os orifícios intra-articulares, permitindo fixação ideal do enxerto. Quando A-B é igual ou inferior a C-D, deve ser escolhido outro tipo de enxerto, pela impossibilidade de intro-

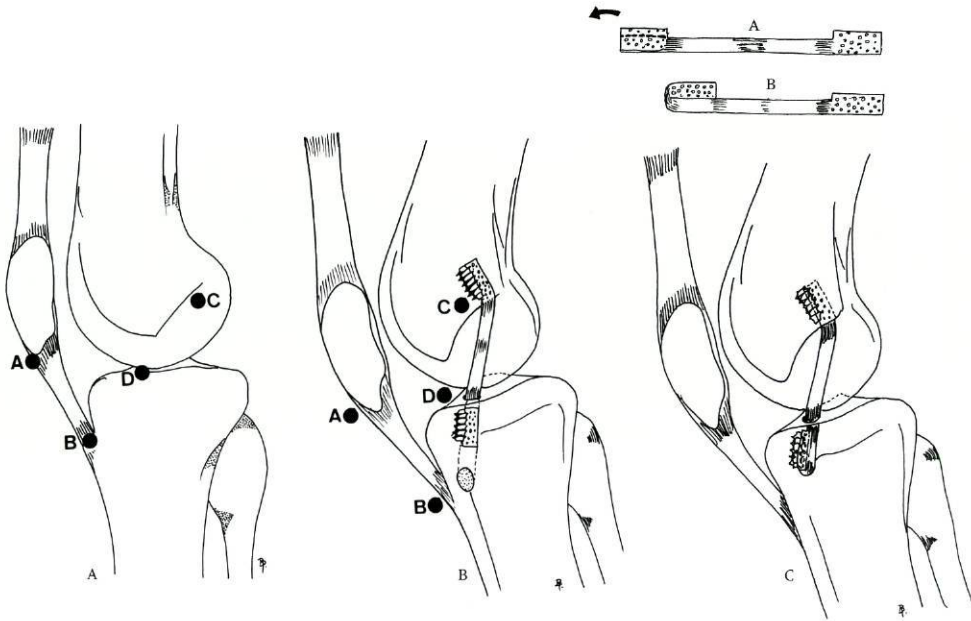


Fig. 45 A — A-B: Comprimento do tendão rotuliano; C-D: Distância entre os orifícios intra-articulares femoral e tibial.

Fig. 45 B — O comprimento do tendão rotuliano (A-B), adapta-se à distância C-D, entre os orifícios intra-articulares dos túneis, permitindo fixação no local mais apropriado.

Fig. 45 C — O enxerto osso-tendão-osso representado em A tem comprimento excessivo em relação à distância entre os orifícios intra-articulares dos túneis. Dobrando uma das extremidades, como em B, obtém-se o comprimento apropriado.

duzir ambos os extremos ósseos nos túneis. Pelo contrário, quando A-B é muito maior que C-D, pode ser necessário encurtar o enxerto dobrando a extremidade inferior (Fig. 45 C) ou então interpor um fragmento ósseo ou de osteopatite próximo do orifício intra-articular do túnel. Quando é utilizado enxerto de tendão quadricipital, a fixação da extremidade tendinosa é feita junto do orifício intra-articular do túnel tibial por interposição de fragmento ósseo, com ou sem parafuso de interposição, ou por interposição de fragmento de osteopatite (Fig. 46).

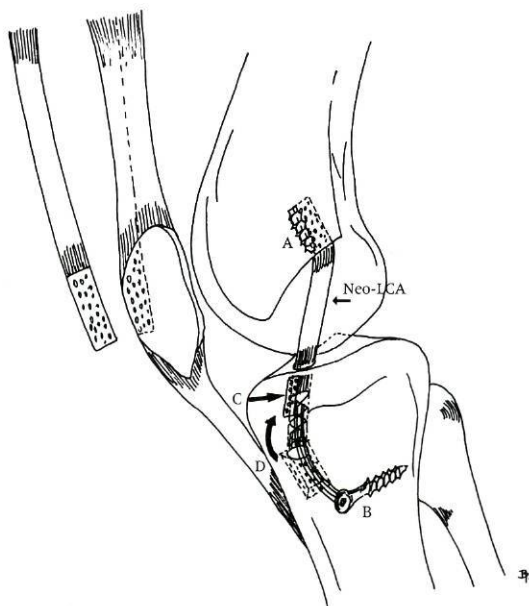


Fig. 46 — Neo-LCA. Enxerto de tendão quadricipital.

A: Fixação do extremo ósseo no túnel femoral; B: Fixação por tração com fios da extremidade tendinosa; C: Fixação do tendão junto do orifício intra-articular do túnel tibial por fragmento ósseo retirado de D.

De um modo geral, a fixação definitiva com qualquer dos métodos acima descritos permite solidez, desde que o neo-ligamento tenha sido correctamente implantado e a recuperação cuidadosa.

## Referências

1. **Krackow KA, Thomas SC, Jones LC.** Ligament tendon fixation: analysis of o new stitch and comparison with standar techniques. *Orthopaedics* 2:909-911, 1988.
2. **Kurosaka M, Yoshia S, Andrish JT.** A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 15(3): 225-228, 1987.

## TENSÃO DO NEO-LCA

Embora desejável, não é possível estabelecer-se um valor tensional constante do neo-ligamento. Além da tensão que individualmente se pode dar, de acordo com a estatura do doente e com a motivação desportiva, ela depende de vários outros factores:

- Tipo de enxerto.
- Local dos túneis femoral e tibial.
- Grau de flexão do joelho a que o enxerto é fixado.
- Variação anatómica individual da relação tensão/distensão, de acordo com a capacidade de absorção da cartilagem e de distensão das estruturas periféricas.

Estudos efectuados no cadáver por Burks e Leland (1) referem que 16 Newtons são suficientes para anular a translação anterior da tibia com o joelho a cerca de 20° de flexão. Moore e Makolf (4) dizem que o neo-ligamento tenso a cerca de 30° de flexão com 30 Newtons atinge cerca de 400 Newtons na extensão total activa. Isto ocorre se o local da implantação do enxerto ligamentar for correcto, mas, com implantação incorrecta, as alterações da tensão podem ser maiores.

Quanto maior a tensão dada ao neo-ligamento, maior será a área de degenerescência e menor a revascularização (6). A redução do comprimento do neo-LCA de cerca de apenas 1-2 milímetros pode levar a um aumento de tensão de cerca 50% (2).

A tensão excessiva, principalmente com o enxerto ligamentar implantado em locais incorrectos, pode causar:

- Perda de fixação do enxerto.
- Distensão ou rotura do enxerto.
- Redução da mobilidade do joelho.
- Alterações cartilagueas.

David Sisk (5) cita 14 autores que propõem diferentes graus de flexão do joelho para a fixação do enxerto. Provavelmente encontraram variação acentuada de tensão e comprimento do neo-LCA, escolhendo em cada caso o grau de flexão mais compatível com um grau razoável de mobilidade.

A colocação do enxerto ligamentar nos locais considerados isométricos é uma condição necessária para a sua maturação apropriada. A tensão excessiva é maléfica, mas a tensão insuficiente, além de não garantir estabilidade articular, não gera a solicitação moderada do enxerto ligamentar e, com ela, o benéfico efeito da deposição e orientação do colagénio.

A rotação interna do enxerto na tibia torna-o mais fisiológico, apresentando o feixe ântero-interno. A visão artroscópica de alguns neo-ligamentos

com aspecto fasciculado leva a pensar que além do maior recrutamento de fibras de colagénio, com conseqüente aumento de resistência, a rotação interna do enxerto poderá conduzir à deposição de colagénio com orientação mais próxima da do LCA original.

O autor é de opinião que o enxerto deve ser fixado próximo da extensão total, condição em que mais se torna necessário como elemento estabilizador. Por outro lado, com este ligeiro grau de flexão, há congruência articular que assegura a redução de subluxação posterior por eventual lesão não detectada do LCP.

### Pré-tensionamento

Actualmente, verifica-se a tendência para fixar o neo-LCA após ter sido anulada a ondulação das fibras de colagénio, através de tensões contínuas cíclicas. Os proponentes deste pré-tensionamento acreditam prevenir a distensão do enxerto ligamentar e a inerente instabilidade após o exercício físico. Mostram que o OTO com cerca de 10 milímetros de largura sofre distensão de cerca de seis milímetros (14%), quando submetido às tensões contínuas cíclicas (3). O autor tem dúvidas quanto ao valor do pré-tensionamento, pois pensa que ele retira, pelo contrário, a capacidade de distensão e facilita o aparecimento de zonas de necrose e de degenerescência, nomeadamente nos casos de incorrecta implantação. Propõe, por isso, que o enxerto seja retirado após a realização dos túneis e da preparação da chanfradura, ou simultaneamente por outra equipa cirúrgica, com o joelho a cerca de 70°. A colheita do enxerto nestas condições mantém o comprimento das fibras de colagénio. Já se efectuada antes da preparação intra-articular surge relaxamento das fibras de colagénio, e então o pré-tensionamento poderá ter alguma justificação.

### Referências

1. **Burks RT, Leland R.** Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 4: 260-266, 1988.
2. **Hanley P, Lew WD, Lewis JL et al.** Load sharing and graft forces in anterior cruciate reconstructions with the ligament augmentation device. *Am J Sports Med* 17: 414-416, 1989.
3. **Mark E, Howard OPA, Patrick W, Cawley OPA, Gary M, Losse MD, Richard B, Johnston III MD.** Bone-Patellar Tendon-Bone Grafts for Anterior Cruciate Ligament reconstruction: The Effects of Graft Pretensioning. *Arthroscopy* Vol 12, n.º 3 (June), pp. 287-292, 1996.
4. **More RC, Markolf KL.** Measurement of stability of the knee and ligament force after implantation of the synthetic anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 70: 1020-1031, 1988.
5. **David Sisk T.** Lesiones de la rodilla. *Campbell Cirurgia Ortopédica*, 8.ª edición, Volume 2, Capítulo 33.
6. **Yoshia S, Andrish JT, Manley MT, Bauer TW.** Graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo study in dogs. *Am J Sports Med* 15 (5): 464-467, 1987.

# ARTROFIBROSE

## Introdução

A artrofibrose é uma das causas de déficit de mobilidade. A bibliografia é confusa quanto à delimitação desta entidade, verificando-se a atribuição de déficit de mobilidade à artrofibrose quando a causa é bem distinta. Aparecem misturadas várias causas desta perturbação sob o título de artrofibrose, tais como a artrofibrose propriamente dita, a falta de isometria, a insuficiente abertura da chanfradura e outras.

A redução da mobilidade, nomeadamente da extensão, é uma complicação ainda frequente após a reconstrução do LCA.

Del Pizzo (1) diz ter reoperado, por alterações de mobilidade, 14% dos doentes após reconstrução do LCA e Sachs (6) constatou existir déficit de extensão em 24% dos doentes submetidos a reconstrução do LCA por 40 eminentes cirurgiões, não se sabendo a causa específica. É compreensível a elevada percentagem de rigidez do joelho após reconstrução ligamentar através de ampla artrotomia e, mais ainda, quando no passado se fazia imobilização durante cerca de seis semanas, sendo estas duas das causas mais frequentes de artrofibrose. Estas causas foram muito reduzidas com o melhor conhecimento da biomecânica articular e da vantagem da solicitação precoce do neo-ligamento, tendo resultado numa acentuada redução da artrofibrose. Assim, a reconstrução ligamentar por artroscopia ou por mini-artrotomia reduziu acentuadamente a incidência de artrofibrose e das complicações em geral.

## Tipos e etiopatogénese

Existem formas globais e localizadas de artrofibrose. São exemplo das globais as extensas aderências, típicas das amplas artrotomias ou das cirurgias complexas. São exemplo das localizadas o ciclope (3,4) e o nódulo fibrótico do tecto da chanfradura.

Fullerton e Andrews (2) consideraram como causas principais de artrofibrose a falta de isometria, a insuficiente abertura da chanfradura e a hipertrofia ou calcificação do neo-ligamento.

Sprague (7) citou como principais causas a falta de isometria, as aderências à chanfradura e as contracturas posteriores.

O autor é de opinião que a falta de isometria não é uma causa de artrofibrose. É um erro técnico que, tal como a artrofibrose, pode impedir o normal arco de mobilidade, mas por outras razões.

A reconstrução ligamentar efectuada em fase aguda conduz a maior número de casos de aderências e de rigidez do que se efectuada em fase aguda. Dejour e Shelbourne são desta opinião, aconselhando a reconstrução ligamentar só após aquele período, que consideram necessário para "arre-

fecer" o joelho. Referem-se às chamadas lesões isoladas do LCA, pois, nas complexas, com indicação para reparação das lesões associadas em fase aguda, não se justifica refazer o LCA em segundo tempo, devendo, no entanto, estar prevenido para uma recuperação difícil.

A abertura da chanfradura na zona súpero-externa é quase sempre necessária na reconstrução do LCA. Durante o acto cirúrgico, com o joelho em extensão total, deve ficar um espaço de cerca de três milímetros entre o neo-ligamento, o tecto da chanfradura e o bordo interno do côndilo femoral externo, como propõe Yaru (8), como já foi referido no capítulo "Chanfradura Intercondiliana e Reconstrução do LCA". O crescimento de neo-cartilagem nesta zona é sistemático, condicionando o estreitamento da chanfradura. A subluxação anterior da tibia durante a contracção quadricipital nos últimos graus de extensão, associada à redução das dimensões da chanfradura e ao espessamento do neo-ligamento na fase de sinovialização em conjunto, condicionam o frequente conflito do neo-ligamento com a parte súpero-externa da chanfradura e o conseqüente défice de extensão. É compreensível o efeito nefasto da localização anterior do túnel tibial, segundo a técnica de Clancy. Há conveniência em fazer a extensão passiva total, logo no pós-operatório imediato, porque reduz a possibilidade de organização de coágulo sanguíneo no tecto da chanfradura, que constitui uma forma isolada de artrofibrose, assim como a retracção das estruturas posteriores responsáveis por alguns défices de extensão.

É fundamental a colocação de dreno aspirativo após a reconstrução do LCA. Na experiência do autor, a presença de hemartrose é uma causa frequente de artrofibrose. No entanto, a pressão negativa demasiado elevada criada por alguns tipos de drenos aspirativos propicia a aderência da bolsa de Hoffa e dos retináculos aos côndilos femorais, assim como a obliteração do fundo de saco sub-quadricipital. O autor pensa ser mais conveniente a drenagem hemática por gravidade.

A dor é um factor de artrofibrose, quer pela retracção dos tecidos, quer pela precária colaboração do doente para mobilizar o joelho. O recurso à analgesia impõe-se e a anestesia epidural é o método ideal. Quando se recorre à anestesia geral, a irrigação frequente com ropivacaína e/ou morfina durante o acto cirúrgico tem vantagens por reduzir bastante a dor pós-operatória.

### **Quadro clínico e tratamento**

A redução da mobilidade rotuliana associada à retracção da bolsa de Hoffa, dos retináculos e do tendão rotuliano, enquadra-se na síndrome de retracção infra-rotuliana, descrita por Lonnie Paulos (5), quando o abaixamento rotuliano é superior a 10%, em relação ao pré-operatório. É uma complicação relativamente grave, associada frequentemente às grandes artrotomias, à agressão da bolsa de Hoffa e à imobilização.

São frequentes queixas referidas à articulação fêmuro-rotuliana nos casos de déficit de extensão superior a  $10^\circ$ , por provocar aumento de pressão na articulação. Nem sempre é às alterações cartilagueas que a crepitação por vezes referida pelo doente e facilmente audível se deve, mas também às aderências da bolsa de Hoffa à rótula e aos côndilos, sendo quase constante a invasão das superfícies articulares por tecido sinovial. É tanto assim que a exérese das aderências quase sempre conduz ao desaparecimento ou redução acentuada da crepitação.

O bloqueio da extensão com dor referida na face anterior do joelho corresponde quase sempre à interposição entre a tibia e o fémur de ciclope (Fig. 39) ou nódulo intra-articular, geralmente associado ao conflito do neo-ligamento com a chanfradura. Em períodos mais dolorosos ou após episódios de extensão súbita dolorosa, o joelho tem um aspecto mais globoso e é frequente verificar-se derrame articular moderado. A dor referida na face posterior, ao tentar fazer a extensão, é um indicador muito seguro de retracção das estruturas posteriores, nomeadamente da cápsula. O déficit de flexão do joelho, após a reconstrução do LCA, deve-se, geralmente, à colocação excessivamente anterior do neo-ligamento no fémur (Fig. 37). Outras causas de déficit de flexão são aderências da bolsa de Hoffa aos côndilos e à rótula, aderências do fundo de saco sub-quadricipital e rótula baixa. Raramente existe retracção do quadricípede, desde que já há alguns anos se passou a efectuar a mobilização activa e passiva logo a partir do pós-operatório.

As alterações de mobilidade após a reconstrução do LCA são por muitos tratadas em primeiro lugar por manipulação sob anestesia. É sobejamente conhecido o efeito pernicioso quando a manipulação é efectuada numa articulação com rigidez acentuada, pelas lesões cartilagueas que ocasiona e pelo perigo de fractura da rótula ou de rotura tendinosa. Apenas poderá justificar-se na fase inicial da rigidez, até aos três meses, em que as aderências ainda podem ser rompidas por falta de organização e de resistência. Melhor ainda é a libertação destas aderências por artroscopia, seguida de suave manipulação, cujos malefícios são assim minimizados.

Na síndrome de retracção infra-rotuliana, em fase inicial, deve incentivar-se a mobilização rotuliana frequente e a estimulação eléctrica do quadricípede. Se após algumas semanas de tratamento fisiátrico bem orientado não se conseguir melhoria apreciável, tem indicação a libertação artroscópica das aderências, a exérese da parte fibrosada da bolsa de Hoffa e a manipulação suave. Se persistir dificuldade em obter mobilidade aceitável, deve seccionar-se primeiro o retináculo externo da rótula e se a rótula tiver ainda pouca mobilidade, também o interno. Se o estudo radiográfico revelar má implantação do neo-ligamento, nomeadamente inserção femoral excessivamente anterior, e se após as secções acima referidas se não verificar flexão superior a  $100^\circ$ , poderá ser a má colocação do neo-ligamento a responsável pela rigidez articular. Pode ser necessária a sua secção parcial ou total. Raramente é necessário refazer o

neo-ligamento, pois a rigidez residual garante razoável estabilidade compatível com o habitual decréscimo da motivação desportiva.

Deve sempre deixar-se dreno aspirativo para evitar colecção hemática e consequentes aderências.

A anestesia com catéter epidural é a preferida, porque permite, se necessária, mobilização passiva contínua sem dor.

Os casos graves de rótula baixa podem ser solucionados com a sua subida por alongamento em Z do tendão rotuliano ou por transplante de tendão quadricipital autólogo.

O défice de extensão por ciclope ou nódulo intra-articular corrige-se com a exérese artroscópica destas estruturas. Além disso, é quase sempre necessário abrir a chanfradura na zona súpero-externa (3,4). No défice de extensão por retracção das estruturas posteriores, o correcto esquema fisiátrico, eventualmente associado à infiltração com anestésico e corticóide da cápsula e dos músculos gémeos e isquiotibiais, dá, geralmente, bons resultados. Nestes casos, é necessária a utilização de talas nocturnas para manutenção da extensão. Caso não se obtenha em algumas semanas bom resultado com o tratamento conservador, tem indicação o tratamento cirúrgico, consistindo na capsulotomia posterior, isoladamente ou em associação com desinserções musculares. Continua a ser imprescindível o uso de talas nocturnas em extensão, durante várias semanas.

### Discussão

O resultado do tratamento da artrofibrose localizada é, compreensivelmente, melhor que o da forma global. Mas, nesta última forma, os resultados são ainda satisfatórios, quando a intervenção cirúrgica é efectuada até aos oito meses após a reconstrução ligamentar (6). O autor considera que os défices de mobilidade que não respondem satisfatoriamente ao tratamento fisiátrico até ao terceiro mês após a operação devem ser corrigidos cirurgicamente por artroscopia. Doutro modo, são raros os casos que, a partir do terceiro mês, obtêm melhoria aceitável sem degradação do neo-ligamento ou da articulação fémuro-rotuliana.

De um modo geral, podem citar-se como causas de contractura em flexão, após reconstrução do LCA:

- Cirurgia efectuada em fase aguda.
- Lesões concomitantes dos ligamentos colaterais.
- Artrotomia ampla.
- Abertura insuficiente da chanfradura.
- Incorrecta tensão ou colocação do neo-ligamento.
- Impedimento da extensão passiva total imediata.
- Imobilização.
- Síndrome de retracção infra-rotuliano.

## Referências

1. **DelPizzo W, Fox JM, Friedman MJ et al.** Operative arthroscopy for the treatment of arthrofibrosis of the knee. *Contemporary Orthopaedics* 10: 67-72, 1985.
2. **Fullerton LR, Andrews JR.** Mechanical block to extension following augmentation of the anterior cruciate ligament: case report. *Am J Sports Med* 12: 166-169, 1984.
3. **Jackson DW, Schaefer RK.** Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 6(3): 171-178, 1990.
4. **Noronha JC, Rodrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope. Uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortop Traum* 5: 241-244, 1997.
5. **Paulos LE, Rosenberg TD, Drawbert JP et al.** Intrapatellar contraction syndrome. An unrecognized cause of knee stiffness with patella entrapment and patella infera. *Am J Sports Med* 15: 331-341, 1987.
6. **Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfiez RF.** Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 17: 760-765, 1989.
7. **Sprague NF.** Motion-limiting arthrofibrosis of the knee: the role of arthroscopic management. *Clin Sports Med* 7: 835-848, 1988.
8. **Yaru NC, Daniel DM, Penner D.** The effect of tibial attachment site on graft impingement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 20: 217-220, 1992.

## DÉFICE DE EXTENSÃO APÓS A RECONSTRUÇÃO DO LCA

A facilidade no diagnóstico da rotura do LCA foi acompanhada de um crescente aumento do número de reconstruções deste ligamento. A reconstrução acompanha-se frequentemente de complicações de gravidade variável, sendo o défice de extensão superior a 5° uma das mais incapacitantes, fundamentalmente pela sollicitação exagerada da articulação fémuro-rotuliana.

Vários autores escreveram sobre as causas do défice de extensão.

Sprague (9) refere :

- A inadequada tensão do neo-ligamento relacionada com os locais de implantação.
- As aderências à chanfradura.
- A retracção das estruturas posteriores.

Fullerton e Andrews (2) citam:

- O incorrecto posicionamento do enxerto ligamentar.
- A insuficiente abertura da chanfradura.
- A hipertrofia do neo-LCA.
- A calcificação do neo-LCA.

Para o autor, o défice de extensão relaciona-se com um conjunto mais numeroso de factores, dependentes de algumas características do joelho, da técnica cirúrgica, do tipo de recuperação funcional e do grau de colaboração do próprio doente. Assim, divide as causas do défice de extensão em:

- Pré-operatórias.
- Per-operatórias.
- Pós-operatórias.

Causas pré-operatórias.

- Cirurgias efectuadas em fase aguda (inferior a três semanas após a lesão).
- Incorrecto diagnóstico de rotura de um LCA íntegro, condicionado por rotura do LCP, ou incorrecto diagnóstico da rotura dos dois ligamentos.

Causas per-operatórias:

- Incorrecta implantação do neo-ligamento e relação com o grau de flexão do joelho a que é efectuada a tensão e fixação.

- Insuficiente abertura da chanfradura.
- Cirurgia aberta.
- Agressão da bolsa de Hoffa.
- Tempo e pressão do garrote.

Causas pós-operatórias:

- Dor.
- Imobilização com o joelho em flexão.
- Impedimento da extensão logo após a cirurgia.
- Encerramento da chanfradura.
- Espessamento do neo-LCA.
- Calcificação do neo-LCA.
- Ciclope e nódulo intra-articular.

Quanto às causas pré-operatórias, é opinião quase unânime que a reconstrução do LCA efectuada nas três primeiras semanas após a lesão torna a recuperação mais difícil e o déficit de extensão mais frequente. São desta opinião conceituados cirurgiões, como Shelbourne (8) e Ott (6), que avaliam em três vezes mais frequente (12%) o déficit de extensão nos casos operados em fase aguda.

A nossa experiência leva-nos à mesma opinião, pelo que aguardamos cerca de quatro semanas para reconstruir o LCA. Em princípio, só quando o joelho recuperou a mobilidade normal e desapareceram a dor e o edema é que a cirurgia deve ser efectuada.

Em qualquer dos mecanismos responsáveis pela rotura do LCA, hiper-extensão do joelho com contracção quadricipital, flexão-valgo-rotação interna do fémur, flexão-varo-rotação externa do fémur, etc, nunca o LCA é lesado isoladamente. A cápsula, as inserções meniscais, a cartilagem e o osso sub-condral são isolada ou associadamente atingidos. A RM efectuada no estudo das entorses do joelho evidencia tais lesões. É compreensível que a agressão cirúrgica da reconstrução do LCA associada a essas lesões justifique dificuldades acrescidas na recuperação funcional. No entanto, nem sempre é aconselhável esperar quatro semanas para operar. O autor é de opinião que em determinadas situações se deve efectuar a reconstrução do LCA em fase aguda, por exemplo, na tríade infeliz de O'Donoghue com extensa lesão das estruturas internas. Neste caso, tendo que efectuar a reparação destas estruturas, é lógico aproveitar para proceder à reconstrução do LCA, não se justificando aguardar por um segundo tempo cirúrgico, embora se reconheça que a recuperação será difícil.

Outra situação considerada como causa pré-operatória de déficit de extensão por rotura do LCA corresponde, na verdade, à rotura do LCP com integridade do LCA. O erro de diagnóstico resulta de um Lachman positivo

que, em rigor, é um pseudo-Lachman duro retardado, correspondendo o ponto duro de paragem à redução da subluxação posterior da tíbia e à colocação em tensão do LCA íntegro. Nestes casos, com o joelho em flexão, é lógico existir laxidez do LCA, por aproximação dos locais de inserção consequente à subluxação posterior da tíbia. Ora, a reconstrução deste LCA erroneamente considerado distendido, com fixação definitiva do neo-ligamento com o joelho em flexão de cerca de 30°, e consequente subluxação da tíbia, origina encurtamento apreciável deste neo-ligamento. A extensão total do joelho não será possível nas condições atrás referidas, a menos que se verifique distensão apreciável ou rotura do neo-ligamento.

A causa per-operatória mais frequente de défice de mobilidade é a incorrecta implantação do neo-ligamento. O orifício intra-articular do túnel femoral muito anterior causa défice de flexão. Ao mesmo tempo, a extensão do joelho pode não ser completa devido à colocação anterior do orifício intra-articular do túnel tibial, como ocorre com a técnica proposta por Clancy (1), o que favorece o conflito do neo-ligamento com o tecto da chanfradura.

Na técnica de uni-túnel, muito utilizada actualmente, com frequência se constata que o túnel femoral foi realizado no tecto da chanfradura, não conferindo estabilidade ao compartimento fémuro-tibial externo.

A reconstrução do LCA pela técnica de "over the top" causa défice de extensão quando a fixação definitiva do neo-ligamento é efectuada com o joelho em flexão. O RX de perfil permite avaliar a variação da distância entre os locais de implantação do neo-ligamento em diferentes graus de flexão do joelho, revelando marcado aumento da distância quando o joelho está em extensão completa, o que corresponde a acentuada distensão do enxerto ligamentar (Fig. 47).

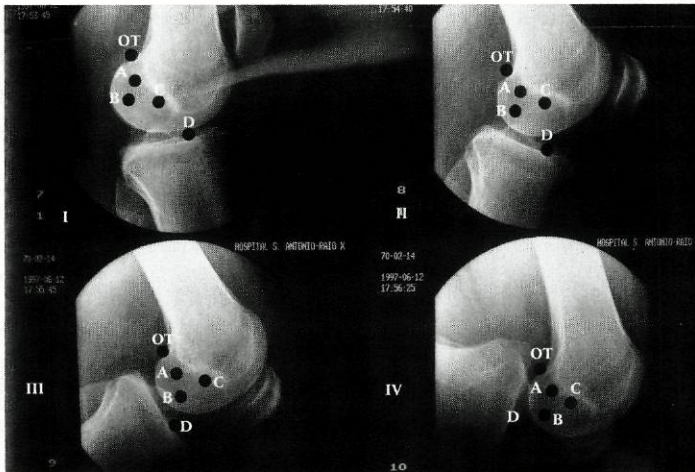


Fig. 47 — I: Extensão completa; II: Flexão de 45°; III: Flexão de 90°; IV: Flexão de 120°. A distância entre as inserções femoral e tibial do neo-LCA varia com o grau de flexão. Pela técnica de "over the top" a distância entre o fulcro femoral (OT) e orifício intra-articular tibial (T) reduz acentuadamente na passagem da extensão para a flexão.

A insuficiente abertura da chanfradura é outra causa per-operatória frequente de déficit de extensão, principalmente quando associada à localização muito anterior do orifício intra-articular do túnel tibial relativamente à inserção original do LCA.

A cirurgia aberta, principalmente com artrotomia ampla e agressão da bolsa de Hoffa, apresenta incidência mais elevada de déficit de extensão que a cirurgia artroscópica. São desta opinião Ott (6) e Paulos (7). O autor é de opinião que na reconstrução cirúrgica do LCA por mini-artrotomia a bolsa de Hoffa deve ser preservada o mais possível, irrigada frequentemente com soro fisiológico e não comprimida pelos afastadores.

O garrote pneumático continua a utilizar-se quase sistematicamente, mesmo nas pequenas cirurgias. Vários artigos têm sido publicados sobre o seu efeito nefasto, principalmente em cirurgias demoradas e com pressão elevada. A isquemia tecidual daí resultante é responsável, em grande parte, pela dor pós-operatória e pela dificuldade na recuperação da massa muscular. Na reconstrução ligamentar por artroscopia poderá justificar-se o uso do garrote somente na fase de preparação dos túneis e da passagem do enxerto. Já a reconstrução do LCA por mini-artrotomia se efectua facilmente sem ele. Por que não abandonar o garrote, salvo em raras excepções, quando até as artroplastias totais do joelho são facilmente efectuadas sem garrote?

A dor pós-operatória é factor de retracção tecidual e de má colaboração do doente. Nos casos de cirurgia sob anestesia geral e sem colocação de catéter epidural para analgesia pós-operatória, deve recorrer-se à irrigação frequente durante o acto operatório com ropivacaína, que confere apreciável analgesia nas primeiras horas após a cirurgia, as mais difíceis de suportar. Mas o ideal continua a ser a analgesia por catéter epidural.

Os esquemas actuais de recuperação autorizam a mobilidade articular activa e passiva logo após a reconstrução do LCA. Pertence já ao passado a imobilização gessada pós-operatória em flexão, que gera dificuldade em obter a extensão completa do joelho, mesmo com correcta implantação do neo-ligamento.

A manutenção deste déficit de extensão durante algumas semanas após a reconstrução do LCA frequentemente origina outro tipo de dificuldade na recuperação da extensão. É que a falta de contacto do neo-ligamento com o tecto da chanfradura, mesmo que correctamente aberta, favorece a formação de nódulo fibrótico que acaba por causar conflito (Fig. 48).

Na zona cirurgicamente alargada da chanfradura ocorre sempre redução das dimensões por crescimento de neo-cartilagem idêntica à que ocorre nas articulações em geral após abrasão artroplástica. Esta redução de dimensões associada ao espessamento do neo-ligamento durante a fase de sinovialização justifica o conflito e déficit de extensão alguns meses (2-3) após a reconstrução ligamentar (Fig. 49).

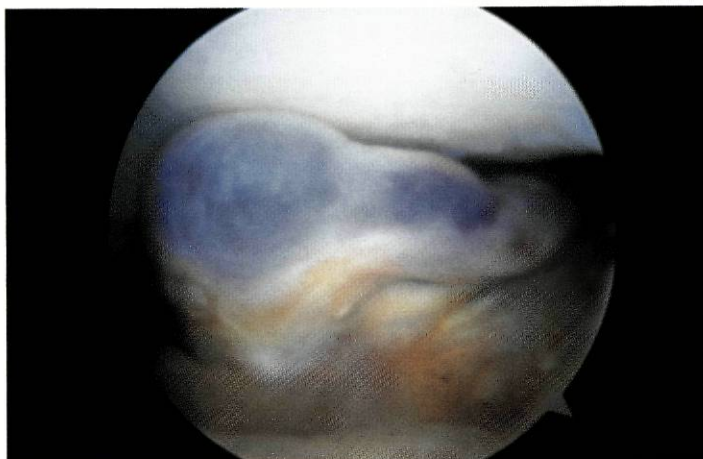


Fig. 48 — Nódulo no tecto da chanfradura que limita a extensão.

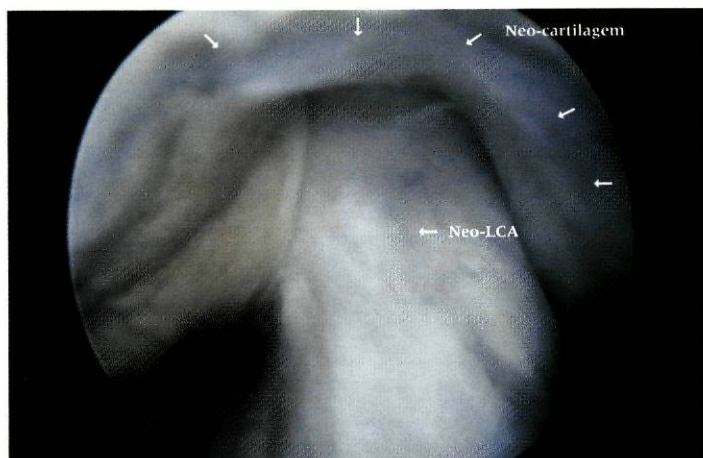


Fig. 49 — Neo-LCA espessado durante a fase de sinovialização e comprimido numa chanfradura estreitada por neo-cartilagem.

Embora rara, outra causa de défice de mobilidade articular, nomeadamente da extensão, é a calcificação do neo-ligamento, facilmente detectável por RM. É compreensível a falta de elasticidade do neo-ligamento neste caso.

A formação de nódulo intra-articular (4) e de ciclope (3,5) é causa de défice de extensão por interposição entre a tibia e o fémur. A RM facilmente detecta estas formações, geralmente associadas a conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura (Fig. 50).

A prevenção destas complicações relativamente frequentes passa por uma correcta avaliação pré-operatória clínica e imagiológica, por uma correcta execução do acto cirúrgico e por uma recuperação funcional bem orientada.

Enquanto o diagnóstico é fácil, o tratamento das complicações nem sempre o é, nomeadamente nos casos de incorrecta implantação do neo-liga-

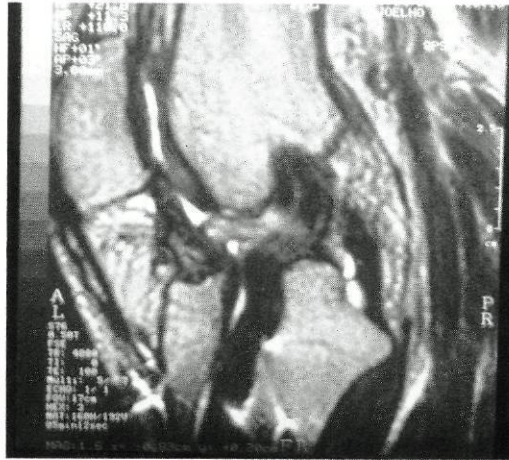


Fig. 50 — RM T2 — Nódulo pediculado na base do LCA, moderadamente hiper-intenso. Neo-LCA com “impingement” provocado pelo tecto da chanfradura e hiper-sinal na porção distal. Neste caso, verifica-se que o túnel tibial está alargado e existem ainda focos de hiper-sinal ao longo do trajecto do neo-LCA no túnel tibial, correspondendo a líquido intra-articular, significando deficiente integração do tendão no osso.

mento, em que a secção é por vezes a única solução, seguida ou não de nova reconstrução.

Nos casos de conflito com a chanfradura, associado ou não a formação de ciclope ou nódulo fibroso, a cirurgia artroscópica permite em algumas semanas a obtenção da extensão completa, desde que a implantação do neo-ligamento tenha sido correcta.

## Referências

1. **Clancy WG Jr, Nelson DA, Reider B, Narechania RG.** Anterior Cruciate Ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg (Am)* 64 (3): 352-359, 1982.
2. **Fullerton LR, Andrews JR.** Mechanical block to extension following augmentation of the anterior cruciate ligament: case report. *Am J Sports Med* 12: 166-169, 1984.
3. **Jackson DW, Schaefer RK.** Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 6 (3): 171-178, 1990.
4. **Marzo JM, Bowen MK, Warren RF et al.** Intra-articular fibrous nodule as a cause of loss of extension following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 8 (1): 10-18, 1992.
5. **Noronha JC, Rodrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope: uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortopd Traum* 5: 241-244, 1997.
6. **Ott JW, Graf BK, Keene JS et al.** Risk factors for restricted motion after anterior cruciate ligament reconstruction: a retrospective study of 373 patients. Presented at the *American Academy of Orthopaedic Surgeons Annual Meeting*, Anaheim, Calif, 1991.

7. **Paulos LE, Rosenberg TD, Drawbert JP et al.** Intrapatellar contraction syndrome. An unrecognized cause of knee stiffness with patella entrapment and patella infera. *Am J Sports Med* 15: 331-341, 1987.
8. **Shelbourne K, Wilckens J, Mollabashy A.** Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med* 19: 332-336, 1991.
9. **Sprague NF.** Motion-limiting arthrofibrosis of the knee: the role of arthroscopic management. *Clin Sports Med* 7: 835-848, 1988.
10. **Yaru NC, Daniel DM, Penner D.** The effect of tibial attachment site on graft impingement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 20: 217-220, 1992.

## SÍNDROME DO CICLOPE

A reconstrução do LCA nem sempre é bem sucedida. Uma complicação relativamente frequente é a rigidez articular que pode ter variadas causas, por vezes difíceis de identificar ou de resolver.

A causa mais frequente e importante é a falta de isometria, principalmente a derivada da incorrecta implantação no fémur. Outras causas de interferência na mobilidade articular são a exagerada tensão, a excessiva espessura do neo-ligamento e o conflito com o tecto da chanfradura.

A anulação das causas acima citadas não evita de todo o aparecimento de flexo do joelho por volta dos 2-3 meses após a cirurgia, tendo então de se pensar em aderências à chanfradura (1), retracção capsular posterior, calcificação do neo-ligamento ou formação de ciclope (2,3).

O nome ciclope advém da sugestiva aparência resultante da presença de uma varicosidade no nódulo. É uma formação nodular que aparece na extremidade distal do neo-LCA e que pode limitar a extensão do joelho. Por vezes, a tentativa de extensão acompanha-se de um característico ressalto audível. Já a dor no interior do joelho, quando tentada a extensão, pode dever-se também a outras causas, como o conflito do neo-ligamento com o tecto da chanfradura e a presença de nódulo intra-articular.

A RM é o melhor meio de diagnóstico. No entanto, deve efectuar-se sempre exame radiográfico, que pode já mostrar causas de défice de mobilidade. Devem fazer-se radiogramas de face e de perfil em apoio, efectuados sob controlo radioscópico. Os radiogramas de perfil devem ser efectuados com o joelho em extensão máxima e com flexão de 30° com sobreposição dos côndilos na zona posterior e inferior (perfil correcto). Devem ainda efectuar-se radiogramas em incidência de túnel e axial a 45°. A RM diagnostica facilmente o ciclope na base do neo-LCA como um nódulo, por vezes pediculado, hipo-intenso em T1 e hiper-intenso em T2. No ciclope, em princípio, existe sempre conflito de espaço traduzido por "impingement" da chanfradura intercondiliana sobre o neo-LCA, com hiper-sinal moderado em DP e T2 na zona de atrito (Fig. 51).

A cirurgia artroscópica é o meio adequado de tratamento, permitindo a exérese do ciclope e a abertura da chanfradura.

A recuperação da extensão total obtém-se cerca de três semanas após a cirurgia, desde que tenham sido respeitados os critérios fundamentais, nomeadamente a isometria.

Recorde-se que o recurvatum é um factor favorecedor do conflito do neo-ligamento com o tecto da chanfradura, mesmo que a localização dos túneis ósseos seja correcta e apesar da chanfradura ter sido aberta durante a reconstrução do LCA. Recorde-se também que o encerramento parcial por neo-cartilagem associada ao espessamento do neo-ligamento durante a fase

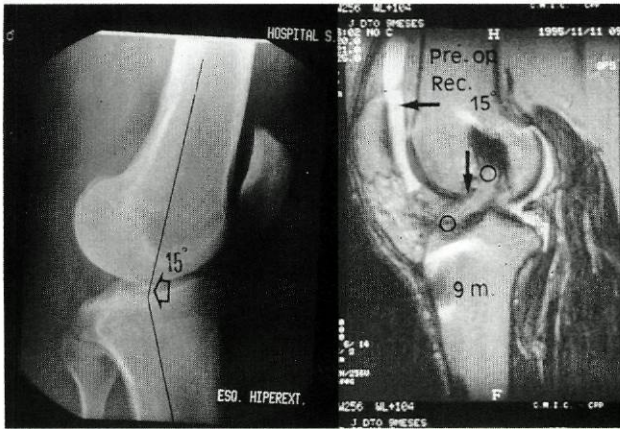


Fig. 51 — Joelho recurvatum demonstrado em RX de perfil. Na RM, T2, vê-se ciclope e neo-LCA com hiper-sinal.

de sinovialização (3 a 6 semanas após a implantação) é outra causa de conflito que leva ao aparecimento de flexo e que, na opinião do autor, pode dar origem ao ciclope.

A histologia de 14 destas formações nodulares mostra tecido fibroso mais ou menos denso, tecido de granulação relativamente abundante e ainda algumas áreas de homogenização tecidual, onde se esboça metaplasia condróide (Fig. 52 A, B).

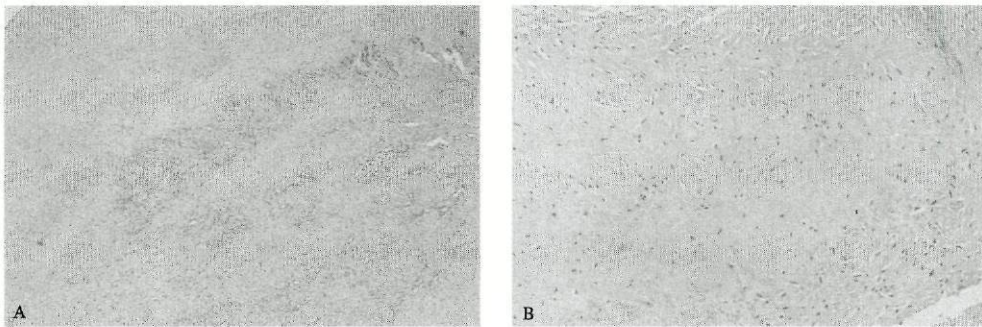


Fig. 52 — Corte histológico de ciclope. A: Tecido fibroso e tecido de granulação. B: Esboço de metaplasia condróide.

O autor pensa que o ciclope terá como causa o atrito do neo-ligamento com a chanfradura pelas causas acima referidas, e não nos restos ósseos ou cartilagíneos resultantes da má limpeza do túnel tibial, como defende Douglas Jakson (2). O autor é ainda de opinião que entre essas causas o recurvatum é uma das mais significativas, por sistematicamente condicionar conflito com a chanfradura.

## Referências

1. **Sprague NF.** Motion limiting arthrofibrosis of the knee: the role of arthroscopic management. *Clin Sports Med* 6:537-540, 1987.
2. **Jakson DW, Schaefer RK.** Ciclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 171-174, 1990.
3. **Noronha JC, Rodrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope: uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortop Traum* 5: 241-244, 1997.

## DETECÇÃO POR RX E POR RM DO CONFLITO DO NEO-LCA COM A CHANFRADURA

A reconstrução do LCA continua a suscitar discussões de interesse, já não propriamente quanto à indicação cirúrgica, mas sim quanto a alguns pormenores técnicos, como a isometria, e quanto ao diagnóstico e tratamento de algumas complicações pós-operatórias.

Nem sempre é fácil conseguir-se um ligamento isométrico e isotónico, isto é, capaz de manter o comprimento e a tensão sem variação durante todo o arco de mobilidade do joelho.

É frequente existir défice de flexão, de extensão ou de ambas após a reconstrução ligamentar, principalmente quando a implantação do neo-LCA é incorrecta (Fig. 53). A mobilidade articular é muitas vezes conseguida à



Fig. 53 — RX de perfil. Implantação incorrecta do neo-LCA com inserção femoral muito anterior e prociência intra-articular do parafuso tibial.

custa da excessiva solitação e conseqüente distensão ou rotura do neo-LCA. O recurso à manipulação sob anestesia para devolver ao joelho o seu normal arco de mobilidade leva a um mau resultado: à distensão ou, mais frequentemente, rotura do neo-ligamento, geralmente com lesões cartilagueas.

O aparecimento de dor nos últimos graus de extensão ou de flexão, após a reconstrução do LCA, deve fazer suspeitar de conflito do neo-ligamento com a chanfradura (2), associado ou não à presença de formação nodular (3).

O RX de perfil correcto, em extensão máxima, pode, desde logo, permitir afirmar a existência de conflito do neo-ligamento com o tecto da chan-

fradura, por mostrar intercepção do trajecto entre o orifício intra-articular dos túneis ósseos femoral e tibial pela linha de Blumensat (Fig. 38). No entanto, a ausência deste sinal não exclui a existência do referido conflito. Mesmo quando a chanfradura é bem aberta durante a reconstrução do LCA, ela tende, com o tempo, a fechar parcialmente pelo crescimento de neo-cartilagem (Fig. 49). Isto, associado ao aumento de dimensões do neo-LCA na fase de sinovialização, é causa do conflito de espaço, principalmente se existe recurvatum.

O RX de face pode mostrar que o orifício intra-articular do túnel tibial ficou excessivamente lateral, causando conflito com a vertente externa da chanfradura. A RM é o melhor meio de diagnóstico para a detecção desta situação patológica que o imagiologista deve conhecer (4). No conflito do neo-ligamento com a chanfradura, o hiper-sinal detectável por RM só aparece cerca de três meses após a cirurgia (1). A coexistência com formações nodulares, como o ciclope, é facilmente detectável por este meio de diagnóstico.

A cirurgia artroscópica permite a resolução destas complicações pós-operatórias, desde que os locais de implantação do neo-ligamento tenham sido bem seleccionados de modo a preservar a isometria. A abertura da chanfradura e a exérese de formações nodulares são fáceis, verificando-se extensão total indolor decorridas três semanas em média a partir da cirurgia artroscópica.

## Referências

1. **Howell SM, Clark JA, Farley TE.** A rationale for precditing anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof: an MRI study. *Am J Sports Med* 19: 267-281, 1991.
2. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Rodrigues B, Coelho R, Pinto A.** Impingement of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) on the Notch - Detected by Plain X-Rays and Magnetic Resonance Imaging. *Act Radiol Portug* Vol. X, n.º 38, pág. 61-64, Abr.-Jun.98.
3. **Noronha JC, Rodrigues B, Vasconcelos JC, Calhim I, Pinto A.** Síndrome do ciclope. Uma complicação frequente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Port Ortop Traumat* 5: 241-244, 1997.
4. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Encarnação Â, Costa I, Pinto JA.** O Radiologista e a Reconstrução do LCA. *Act Radiol Port* vol. X, n.º 40, pag 61-66, Out-Dez98.

## AVALIAÇÃO DA RECONSTRUÇÃO DO LCA PELO RX DE PERFIL

Embora o RX de perfil não possa evidenciar importantes aspectos relacionados com a orientação tridimensional das fibras do LCA, mostra, contudo, aspectos que são condição "sine qua non" para a reconstrução bem sucedida. O certo é que o sistema de quatro barras defendido, entre outros, por Müller (2) (Fig. 4), reproduz, em grande parte, o que, na prática, se verifica, nomeadamente quanto à relação entre a variação do comprimento e da tensão do neo-ligamento e a posição do orifício intra-articular do túnel femoral. Os estudos efectuados pelo autor, no cadáver, confirmam as variações acima referidas.

Na prática, constata-se que a pequenas variações da localização do orifício intra-articular do túnel femoral correspondem alterações apreciáveis da tensão do neo-ligamento. As variações da implantação tibial têm menor repercussão que as da implantação femoral, mas, no entanto, se o orifício intra-articular do túnel tibial ficar em posição anterior à inserção original do LCA, como na técnica de Clancy (1), conduz frequentemente ao défice da extensão do joelho ou à distensão do neo-ligamento, por conflito deste com o tecto da chanfradura.

O RX de perfil correcto em vários graus de flexão mostra sinais indirectos de laxidez ou de défice da mobilidade nos casos em que a implantação femoral do neo-ligamento não se encontra na zona de inserção original do LCA. A primeira avaliação a fazer consiste em verificar que o prolongamento distal da cortical posterior da diáfise femoral se projecta sempre à frente da inserção original do LCA e é a referência para avaliar a posição da inserção femoral do neo-ligamento (Fig. 54).

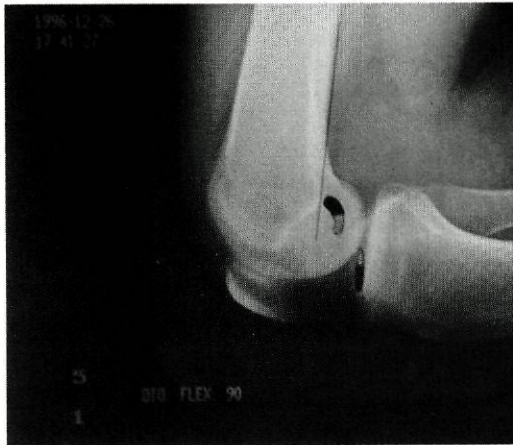


Fig. 54 — O prolongamento da cortical posterior do fémur passa à frente da inserção femoral do LCA.

A maioria dos doentes submetidos a reconstrução do LCA com déficit da mobilidade e/ou laxidez apresenta a inserção femoral do neo-ligamento em posição anterior relativamente à inserção original do LCA. A avaliação pelo RX de perfil da variação do comprimento do neo-ligamento relacionada com os locais de implantação no fémur permite deduzir as causas das alterações da mobilidade e/ou da laxidez. Na fig.47, as letras A, B, C e OT assinalam, respectivamente, a inserção original, a inserção baixa, a inserção muito anterior e a posição "over the top" do neo-ligamento. A letra D assinala a inserção tibial do neo-ligamento. A medição da distância entre a inserção tibial e as várias inserções femorais possíveis, em vários graus de flexão do joelho, reproduz bastante fielmente o que se observa durante a reconstrução ligamentar. A inserção femoral em local próximo da inserção original do LCA é a

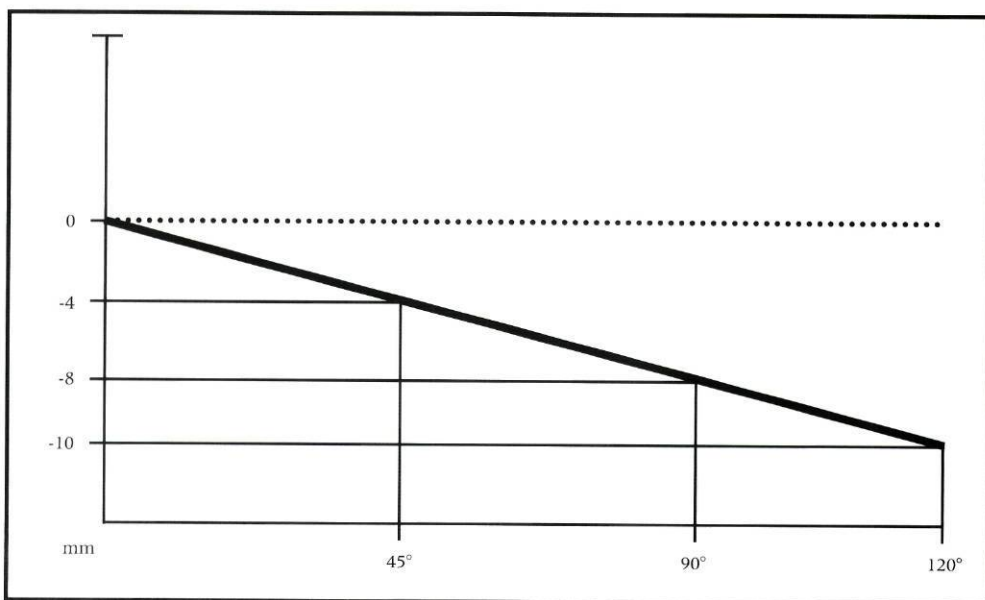


Gráfico 1 — A inserção femoral no centro do LCA origina pequeno relaxamento do neo-LCA com a acentuação de flexão.

que origina menor variação de comprimento (Gráfico 1) (Fig. 47). A posição femoral "over the top" origina acentuada variação do comprimento, que fica muito reduzido na flexão (Gráfico 2) (Fig. 47). Quando o orifício intra-articular do túnel femoral é baixo, há relaxamento do neo-ligamento até cerca dos 90° de flexão, seguindo-se aumento de tensão com o aumento da flexão (Gráfico 3) (Fig. 47). A localização do túnel femoral em posição anterior à inserção original do LCA dá origem também a marcada variação do comprimento e, conseqüentemente, da tensão do neo-ligamento, mas em sentido inverso ao verificado na posição "over the top" (Gráfico 4) (Fig. 47). É a causa mais frequente de déficit de flexão, acompanhada quase sempre de laxidez do

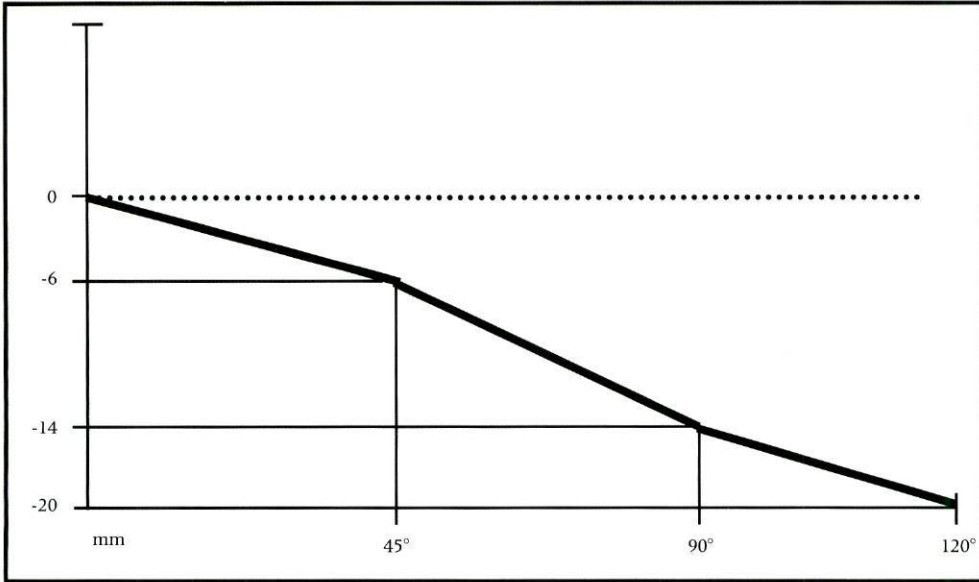


Gráfico 2 — A posição femoral "over the top" origina acentuada variação do comprimento, que fica muito reduzido na flexão.

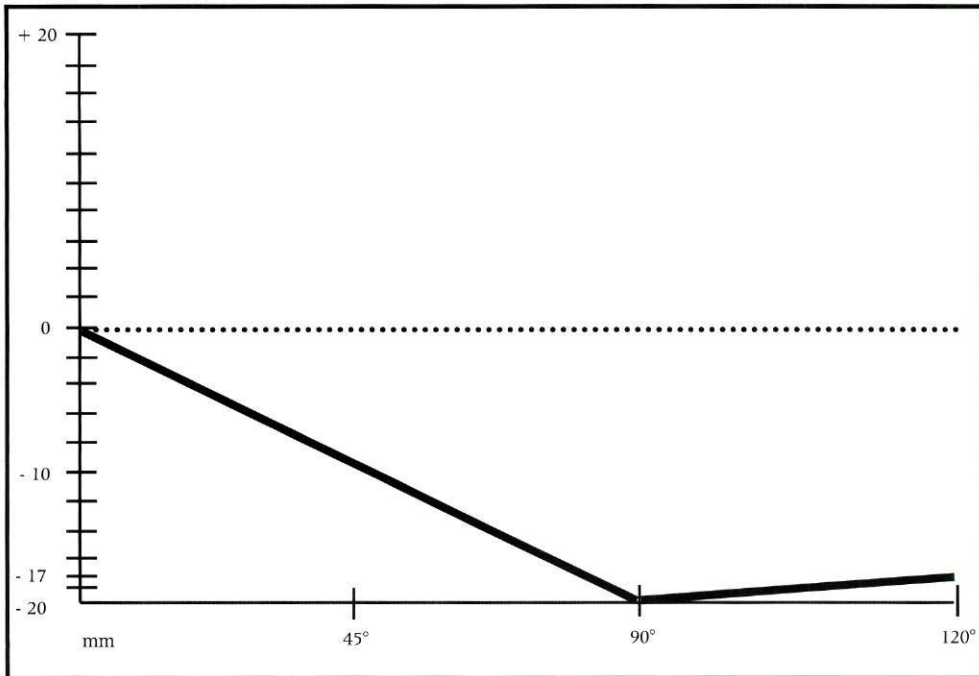


Gráfico 3 — A inserção femoral baixa origina relaxamento marcado no neo-LCA até cerca de 90° de flexão e ligeira recuperação da tensão com a progressão da flexão.

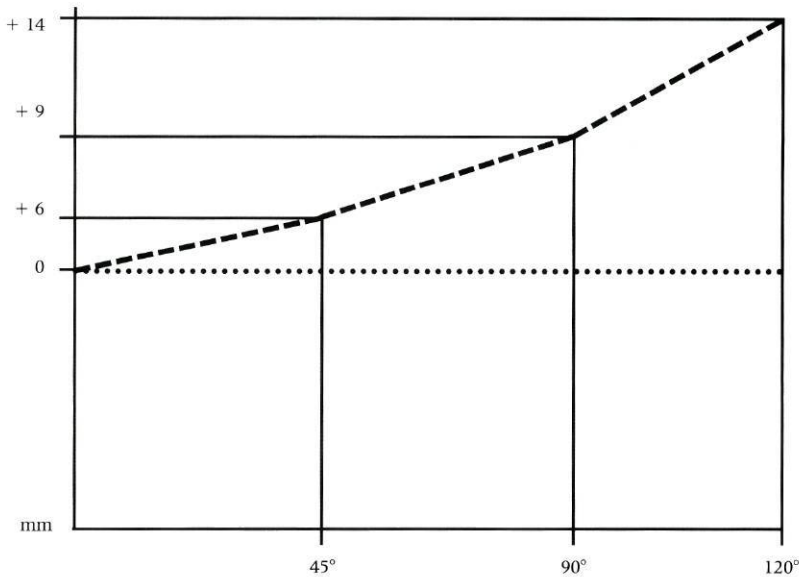


Gráfico 4 — A inserção femoral anterior dá origem a progressivo aumento do comprimento e da tensão com a flexão.

neo-ligamento com o joelho em extensão. A apreciação dos gráficos permite ainda compreender a variação de tensão do neo-ligamento, de acordo com o grau de flexão do joelho em que é definitivamente fixado sob tensão. Por exemplo, pelo gráfico 4 compreende-se que se o neo-ligamento, em posição anterior à inserção original, for tenso e fixado com o joelho flectido a cerca de 30°, ficará com tensão exagerada a cerca de 90° e tensão insuficiente na extensão. Pelo contrário, no gráfico 2, correspondente à passagem do neo-ligamento pela posição "over the top", se este for fixado sob tensão com o joelho em flexão de cerca de 90°, jamais se conseguirá a extensão total, a menos que o neo-ligamento se distenda muito ou rompa. O gráfico 1, correspondente ao orifício intra-articular do túnel femoral no centro da inserção original do LCA, é o que reproduz a situação mais aceitável, revelando laxidez moderada do neo-ligamento na flexão acentuada do joelho, quando o ligamento é definitivamente fixado sob tensão próximo da extensão total. De referir que é nos primeiros 10°-15° graus de flexão do joelho que é fundamental a estabilidade conferida pelo neo-LCA.

Do que acaba de ser dito, pode concluir-se que o RX de perfil correcto tem valor diagnóstico na avaliação do défice de mobilidade, da laxidez e da rotura do LCA.

## Referências

1. **Clancy WG Jr, Nelson DA, Reider B, Narechania RG.** Anterior Cruciate Ligament reconstruction using one third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg (Am)* 64(3): 352-359, 1982.
2. **Müller WE.** Das Knie. *Springer*, Berlin Heidelberg New York, 1982.

## ALARGAMENTO DO TÚNEL TIBIAL

Alguns meses após a reconstrução do LCA, pode surgir alargamento do túnel ósseo, mais frequentemente do tibial, geralmente associado a dores. Quase sempre se constata ter sido efectuada a fixação do enxerto ligamentar a uma distância de alguns centímetros do orifício intra-articular do respectivo túnel.

Por vezes, o alargamento relaciona-se com enxerto longo e especialmente quando é utilizada a técnica de uni-túnel. A realização do túnel femoral a partir do túnel tibial condiciona que a localização do orifício intra-articular do túnel femoral fique quase sempre anterior ao desejável. Como a fixação do enxerto no fémur é feita num túnel de curta extensão, a fixação do enxerto não permite adaptação ao seu comprimento, disso resultando que o extremo ósseo distal se tenha que localizar já fora do túnel tibial. Isso impossibilita o uso de parafuso de interposição e obriga à fixação com grampo ou com parafuso de tracção já fora do túnel. Tudo isto, associado a esquemas de recuperação intensivos, com amplos movimentos articulares logo no pós-operatório imediato, causa atrito por movimentos repetitivos do neo-LCA no túnel tibial e, daí, o seu alargamento (Fig. 55 A, B). O RX mostra o alargamento e a RM mostra a existência de líquido sinovial no túnel (Fig. 50, 56).

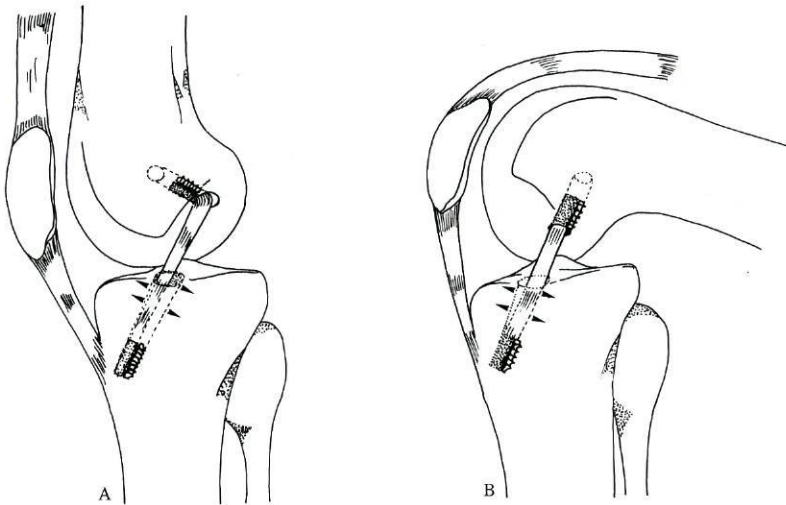


Fig. 55 — Desenho de perfil do joelho. Neo-LCA fixo a vários centímetros do orifício intra-articular no túnel tibial. Túnel alargado por pressão na parte anterior na extensão (A) e na parte posterior na flexão (B).

Nos casos de persistência de dor, deve ser colocado enxerto ósseo ou osteoapatite no túnel, junto do orifício intra-articular, para anular a mobilidade do enxerto.



Fig. 56 — RX de face e de perfil. Neo-LCA com OTO. Extremidade distal fixada fora do túnel tibial com um grampo. Túnel tibial alargado (cabeça de setas).

## CIRURGIA DE REVISÃO DA RECONSTRUÇÃO DO LCA

Na última década, foi notório o aumento do número de reconstruções do LCA, com bons e excelentes resultados objectivos e subjectivos (75-90%) (6,7,10). Existe, no entanto, percentagem não desprezável de resultados apenas razoáveis e mesmo maus, traduzidas pelo aparecimento ou manutenção de dor, ou redução de mobilidade ou reaparecimento de instabilidade.

Como causas destes maus resultados citam-se:

- Erros técnicos.
- Falência biológica do enxerto.
- Falência traumática do enxerto.

Os erros técnicos perfazem cerca de 90% das causas de falência do enxerto ligamentar (9), e relacionam-se com:

- Mau posicionamento dos túneis.
- Insuficiente abertura da chanfradura.
- Inadequada selecção, colheita ou preparação do enxerto.
- Inadequada tensão do enxerto.
- Precária fixação do enxerto.
- Falta de correcção de instabilidade associada.

Cerca de 80% dos erros técnicos devem-se a posicionamento incorrecto dos túneis ósseos, principalmente do túnel femoral (1,8). Se o orifício intra-articular do túnel femoral se localizar anteriormente em relação à inserção original do LCA, existirá alongamento do enxerto ligamentar com a flexão do joelho. Pelo contrário, a passagem do enxerto pela zona posterior do côndilo femoral externo ("over the top") conduz a progressivo relaxamento do neo-ligamento quando a flexão do joelho se acentua (Fig. 46). Isto foi já referido no capítulo "Avaliação da Reconstrução do LCA pelo RX de Perfil".

O orifício intra-articular do túnel tibial em posição anterior à inserção original do LCA, como na técnica de Clancy (4), favorece o conflito com o tecto da chanfradura, factor de degradação do neo-ligamento e que propicia o aumento da tensão do neo-ligamento com a flexão.

O orifício intra-articular do túnel tibial excessivamente externo pre-dispõe ao conflito do neo-ligamento com a vertente externa da chanfradura, o que conduz à sua degradação, nomeadamente na rotação interna do fémur (Fig. 57).

Durante a reconstrução ligamentar, a abertura da chanfradura é um acto quase sempre necessário. É a zona súpero-externa que deve ser suficien-

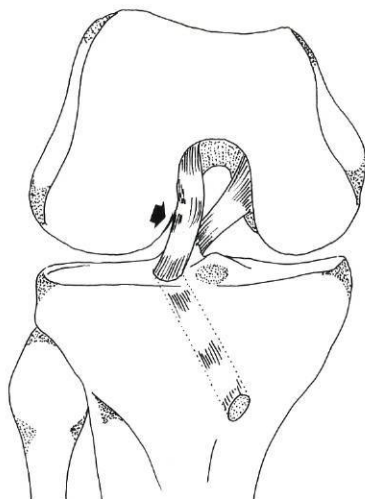


Fig. 57 — Desenho do joelho de face. Posição do orifício intra-articular do túnel tibial muito externa, levando ao contacto da vertente externa da chanfradura com o neo-ligamento.

temente aberta para evitar na extensão a colisão do neo-ligamento com o tecto ou com a vertente externa. Nos casos de marcado conflito do neo-ligamento com a chanfradura, pode surgir défice de extensão, distensão ou rotura do neo-ligamento ou falência da fixação.

A RM, como já foi dito, é o melhor meio de detecção deste conflito, revelando hiper-sinal do neo-ligamento nas imagens ponderadas em T2 na zona de contacto (15).

A selecção, colheita e preparação do enxerto devem ser correctas. Nos casos de revisão, o OTO contra-lateral é o mais vulgarmente utilizado, reconhecendo-se-lhe como vantagens:

- Facilidade de colheita.
- Boa fixação.
- Boa revascularização.
- Boa resistência.

Existem, porém, as contra-indicações, já referidas no capítulo "Enxerto de Tipo Osso-Tendão-Osso na Reconstrução do LCA"

Uma aparente regeneração do defeito do tendão rotuliano resultante da colheita do OTO está provada por ecografia e por RM (5,17). No entanto, não existem estudos comprovativos das propriedades mecânicas desta porção regenerada do tendão e a experiência torna lícito pôr em dúvida a sua eficácia. Por isso, nos casos de revisão, o autor prefere não utilizar o tendão regenerado e opta quase sempre por implantar por artroscopia o tendão quadricipital autólogo contralateral. É que o tendão quadricipital tem baixa morbidade, boa resistência e permite mais facilmente a passagem do extremo ten-

dinoso por um túnel ósseo parcialmente obliterado pelo parafuso da cirurgia anterior (16).

Em alguns centros, o aloenxerto é o mais utilizado na cirurgia de revisão de ligamentoplastias. À ausência de morbidade pela colheita do enxerto contrapõem-se as desvantagens inerentes aos aloenxertos, como sejam a menor resistência, o tempo mais alongado de reintegração, o perigo de transmissão de doenças e as reacções imunológicas. O OTO é o aloenxerto mais usado, podendo também recorrer-se ao tendão de Aquiles, ao tendão quadricipital e aos tendões da pata de ganso.

Os ligamentos sintéticos estão praticamente abandonados. Apenas têm indicação como ligamento de reforço associado a ligamento biológico, em alguns casos de grave instabilidade posterior. A rotura do ligamento sintético é quase constante e as reacções de tipo degenerativo frequentes. A retracção cápsulo-ligamentar resultante da reacção inflamatória ao ligamento artificial tem, apesar de tudo, um efeito positivo, que consiste na estabilização relativa da articulação, chegando, por vezes, ao ponto de não ser necessária nova reconstrução ligamentar.

Os enxertos biológicos podem romper, nomeadamente, por terem pouca resistência por pequena espessura, por ter havido infecção ou por terem sido fisiatricamente solicitados em excesso na fase em que a resistência era ainda diminuta, como ocorre com esquemas agressivos de recuperação e com o regresso precoce à prática desportiva.

O enxerto deve ser colocado sob uma tensão calculada para anular o ressalto e a gaveta anterior. Burks e Daniel (2,3) propõem 20 a 40 Newtons para manter a cinemática e a laxidez fisiológica da articulação. Yoshica (18) mostra degenerescência mixóide, distensão ou rotura do enxerto quando são aplicadas tensões elevadas. More (10) diz que o neo-ligamento tenso a 30° de flexão com cerca de 30 Newtons atinge cerca de 400 Newtons na extensão activa, levando à perda de fixação, distensão, degenerescência mixóide ou rotura. Os resultados dos estudos efectuados pelo autor, no cadáver, são concordantes com os de More, mas somente nos casos em que os orifícios intra-articulares do túnel femoral e/ou tibial estão posteriores relativamente à inserção original do LCA.

A fixação do enxerto com tensão elevada aumenta a força de coaptação fémuro-tibial, o que pode causar ou agravar lesões degenerativas da cartilagem. A tentativa de melhorar a mobilidade com o recurso à manipulação é também causa frequente de lesões cartilagíneas, nomeadamente quando já há aumento de tensão por implantação incorrecta do neo-ligamento.

É difícil propôr um valor uniforme para a tensão do enxerto, sobretudo no desportista, em que a variação individual da laxidez e da solicitação assume maior significado.

É necessária boa fixação para se poder mobilizar o joelho algumas horas após a cirurgia. Há autores que propõem fixação rígida e outros preferem fixação algo elástica num dos extremos do enxerto para dissipar tensões excessivas do neo-ligamento. A fixação pode ser feita por fios de tracção presos a parafuso, por grampos, por impactação (press-fit) ou por parafusos de interposição. Esta última técnica, descrita por Keneth Lambert (13) e aperfeiçoada por Kurosaka (12), é a mais utilizada. É possível a associação de dois destes meios de fixação.

No enxerto de tendão quadricipital, o autor utiliza a fixação rígida do extremo ósseo com parafuso de interposição e faz a fixação do extremo tendinoso com fio não reabsorvível, pela técnica descrita por Krackow (11). A fixação com parafusos pode causar problemas, geralmente por erro técnico. Por poderem divergir relativamente ao extremo ósseo que deviam fixar, utilizam-se guias metálicos através de parafusos perfurados (12).

Na opinião do autor, o parafuso deve ser colocado em contacto com o osso esponjoso do extremo ósseo do enxerto ligamentar. Se ficar em contacto com o prolongamento tendinoso que o recobre, pode haver perda de fixação do enxerto. Os parafusos de interposição procidentes podem degradar o enxerto, nunca devendo ultrapassar a zona de união tendão-osso. As estrias dos parafusos cortam frequentemente os fios utilizados para tracção do extremo ósseo do enxerto. Daí, a duplicação do fio de tracção ou a utilização de fio metálico.

A espessura do parafuso de interposição relaciona-se com o diâmetro do túnel e a espessura do extremo ósseo do enxerto. A maneira como este é cortado condiciona a espessura do parafuso. Se o extremo ósseo tem secção triangular, geralmente é utilizado parafuso muito espesso; pelo contrário, quando tem secção quadrangular, preferível por ter mais osso esponjoso, já aceita parafuso pouco espesso. O preço dos parafusos de interposição é elevado e é difícil retirá-los nos casos de cirurgia de revisão. Deve optar-se pelos mais baratos, que dão boa fixação e são os mais fáceis de retirar, como é o caso dos parafusos de esponjosa canulados, desde que a relação túnel ósseo-espessura do extremo ósseo seja favorável.

Quando são utilizados fios reabsorvíveis, devem ser de reabsorção lenta, para garantir estabilidade ao enxerto durante a fase de integração nos túneis ósseos. É mais segura a utilização de fios não reabsorvíveis.

A integração do enxerto nos túneis ósseos está dependente de vários factores, como a isometria, a técnica de colheita, a tensão e o tipo de fixação do enxerto, a recuperação funcional, etc. A colheita com serra oscilante e a realização dos túneis ósseos com broca de alta rotação podem dificultar a integração do osso do enxerto nos túneis, devido à necrose óssea causada pela elevada temperatura. Estão relatados casos de pseudartrose. Um detalhe técnico na reconstrução ligamentar por artroscopia que o autor utiliza e reco-

menda consiste na realização dos túneis em dois tempos, primeiro com uma broca de seis milímetros, que, abrindo comunicação com a articulação, permite, no segundo tempo, o natural arrefecimento da broca de 10 mm pelo soro injectado na articulação.

As instabilidades associadas à causada pela rotura do LCA requerem, em princípio, actuação cirúrgica mais complexa que a estrita reconstrução do LCA. As instabilidades póstero-externas e as ântero-internas são as mais frequentes. Quando ignoradas, condicionam muitas vezes a falência do neo-LCA, além de poderem criar alterações da cinemática articular. A título de exemplo, a plastia extra-articular de Lemaire, ou outra do mesmo tipo, erradamente aplicada em casos de instabilidade póstero-externa, em vez de corrigir, mantém a subluxação posterior do prato tibial externo.

### **Programação da cirurgia de revisão**

Este tipo de reintervenção requer estudo prévio cuidadoso. O exame clínico deve ser minucioso para excluir lesões associadas, nomeadamente lesões cápsulo-ligamentares póstero-externas. As incidências radiográficas para este estudo são:

- Face em apoio monopodal.
- Schuss.
- Perfil correcto a 20°, em apoio monopodal.
- Túnel.
- Axial.
- RX em stress, quando necessário.

Na rotura antiga do LCA ou na falência do enxerto ligamentar, há tendência para a deformidade em varo, com lesões condrais e meniscais internas, que a RM e a cintigrafia óssea podem diagnosticar. A osteotomia tibial de valgização pode ter indicação e ser realizada no mesmo acto da reconstrução do LCA (Fig. 32 A, B).

O cirurgião deve estar habituado a manipular os vários tipos de enxerto e de fixação, assim como estar preparado para a utilização de enxerto ósseo. O doente deve ser avisado da possibilidade de mais que um tempo operatório. A existência de túneis largos ou que venham a ser abertos ao lado dos existentes pode requerer enxerto ósseo e justificar um segundo tempo operatório. Isto ocorre com maior frequência na revisão de ligamentoplastias efectuadas com ligamentos sintéticos. Pode ainda ser necessária sinovectomia mais ou menos extensa, devida a reacção sinovial causada pelos fragmentos provenientes da degradação da prótese ligamentar.

A remoção do material de fixação da ligamentoplastia inicial nem sempre é fácil, mas também nem sempre é necessária. No fémur, o parafuso

está muitas vezes em posição muito anterior. O túnel nesta posição é a causa mais frequente de falência por erro técnico. Mas apenas se justifica retirar o parafuso se for fácil, pois geralmente não interfere com a execução de um túnel mais posterior. Na tíbia, a extracção de grampos ou de fios de tracção é fácil, mas já o mesmo não se passa com parafusos de interposição. É mais rara a falência por erro técnico devido à má realização do túnel tibial. A maior dificuldade na realização de novos túneis ocorre quando o parafuso, especialmente o tibial, se encontra junto ao orifício intra-articular do túnel.

A utilização de enxerto de tendão quadricipital facilita o trabalho de revisão quando não é possível retirar um dos parafusos, porque a maleabilidade do extremo tendinoso permite a passagem por um túnel curvilíneo (Fig. 58).



Fig. 58 — RX do joelho-face e perfil. Revisão de ligamentoplastia com enxerto de tendão quadricipital. Não foi necessário retirar os parafusos da cirurgia inicial, os mais anteriores na incidência de perfil, para a realização dos túneis em posição adequada. Os parafusos assinalados com seta relacionam-se com a cirurgia de revisão.

Na revisão de ligamentoplastia, é, por vezes, necessária cirurgia adicional, como osteotomia tibial de valgização ou osteotomia de redução da inclinação posterior dos pratos tibiais. No caso da osteotomia tibial de valgização ser de adição interna, deve ter-se o cuidado de colocar o enxerto na parte posterior da osteotomia para evitar o aumento da inclinação posterior dos pratos tibiais.

As ligamentoplastias extra-articulares, tipo Lemaire, praticamente já não se utilizam em associação com a reconstrução do LCA. No entanto, nos casos de acentuado ressaltado e de grande gaveta anterior, pode justificar-se tal associação, para reduzir a solitação do neo-LCA.

Geralmente, na revisão de ligamentoplastias do LCA, a recuperação fisiológica deve ser lenta, principalmente quando a fixação do enxerto não garante solidez.

## Referências

1. **Berg EE.** Tibial bone plug nonunion. A cause of anterior cruciate ligament reconstructive failure. *Arthroscopy* 8: 380-384, 1992.
2. **Burks RT, Daniel D.** Anterior cruciate graft preload and knee stability. *Orthop Trans* 8:52 (abstr), 1984.
3. **Burks RT, Leland R.** Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 4: 260-266, 1988.
4. **Clancy W, Nelson D, Reider B, Narechania RG.** Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am* 64: 352-359, 1986.
5. **Mendes E, Monteiro A, Amado, Mesquita R.** Estudo ecográfico das dimensões e densidade do tendão rotuliano dador após colheita do enxerto e ao longo do período pós-operatório. *Rev Port OrtopTraum* 4: 485-490, 1996.
6. **Harter RA, Ostering LR, Singer KM et al.** Long term evaluation of knee stability and function following surgical reconstruction for anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 16: 434-443, 1988
7. **Holmes PF, James SL, Larson RL et al.** Retrospective direct comparison of three intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med* 19: 596-600, 1991.
8. **Howell SM, Clark JA, Farley TE,** A rationale of predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. *Am J Sports Med* 19: 276-282, 1991.
9. **Jackson DW.** Revision ACL surgery: Revision using autograft. *Presented at AOSSM Annual Meeting.* San Diego, CA, July 1992.
10. **Kaplan MJ, Howe JG, Fleming B et al.** Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft:II. A specific sport review. *Am Sports Med* 19:458-462, 1991.
11. **Krackow KA, Thomas SC, Jones LC.** Ligament tendon fixation: analysis of a new stitch and comparison with standard techniques. *Orthopaedics* 2: 909-914, 1988.
12. **Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT.** A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 15: 225-229, 1987.
13. **Lambert KL.** Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate insufficiency. *Clin Orthop* 172: 85-89, 1983.
14. **More RC, Markolf KL.** Measurement of stability of the knee and ligament force after implantation of the synthetic anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 70: 1020-1031, 1988.
15. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Rodrigues B, Coelho R, Pinto A.** Impingement of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) on the Notch-Detected by Plain X-Rays and Magnetic Resonance Imaging. *Act Radiol Portug* Vol. X, n.º 38, pág 61-64, Abr-Jun 98.
16. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Pinto A, Rodrigues B, Encarnação Â.** Reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendão quadricepsital. *Rev Port Ortop Traum* 6: 143-147, 1998.

17. **Noronha JC, Vasconcelos JC, Barros P.** Estudo por ecografia e por Ressonância Magnética da regeneração do tendão rotuliano usado na reconstrução do ligamento cruzado anterior. *XV Congresso Nacional de Ortopedia e Traumatologia (abstr)*. Póvoa de Varzim, 1995.
18. **Yoshiya S, Andrish JY, Manley MT, Bauer TW.** Graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 15: 464-470, 1987.

## LAXIDEZ E INSTABILIDADE

Nem sempre existe correlação entre a instabilidade referida pelo doente e a laxidez ligamentar avaliada pelo exame clínico. Há doentes com marcada laxidez ligamentar que conseguem praticar desporto de contacto de alto rendimento sem referir episódios de instabilidade. Por outro lado, há doentes com pequena laxidez após rotura do LCA, ou mesmo após reconstrução deste ligamento, que referem não sentir confiança no joelho por terem episódios de instabilidade.

Excluídas as lesões meniscais como causa da sensação de instabilidade, um doente com joelho aparentemente estável no exame objectivo pode ter queixas, por alteração do normal padrão de recrutamento muscular. A alteração na sequência normal de contracção muscular, evidenciável pela electromiografia de superfície, está na origem de sensação de instabilidade.

É interessante verificar que doentes com acentuada laxidez ligamentar por rotura do LCA ou falência da ligamentoplastia conseguem praticar desporto de alto rendimento, desde que usem uma vulgar joelheira. É que a simples compressão cutânea assim obtida parece reactivar os receptores de superfície, tornando normal o padrão de recrutamento muscular.

Daí que a reeducação proprioceptiva tenha papel fundamental na estabilização do joelho e que a electromiografia de superfície possa orientar o tratamento fisiátrico nos casos de joelhos sem aparente laxidez, mas em que o doente refere instabilidade.

Desportistas de alta competição poderão ver o tratamento cirúrgico diferido para alguns meses após a lesão, desde que iniciem recuperação funcional bem orientada, conducente a um padrão de recrutamento muscular normal. Isto justifica o grande número de atletas que, após rotura do LCA, praticam durante anos desporto de contacto sem referir qualquer episódio de instabilidade, e só apresentando queixas devidas a lesões meniscais.

## REABILITAÇÃO PÓS-PLASTIA DO LCA

A configuração e a estrutura dos diferentes segmentos do sistema músculo esquelético modificaram-se ao longo da evolução da espécie, de modo a desempenhar a sua função com maior eficácia e economia. Este conceito leva-nos a encontrar no fim da linha a maior eficácia funcional como expressão mais fiel da saúde ou da lesão recuperada. Assim, o joelho, quando sofre uma rotura do ligamento cruzado anterior, pode ainda permitir uma actividade razoável, com marcha possível, mas não um nível de actividade diária semelhante à pré-lesional. Por isso, o cirurgião procura não só curar como restaurar o que de melhor se espera da articulação e do indivíduo.

Da cirurgia até à retoma do nível pré-lesional, a plastia vai passando sucessivamente pelas fases de necrose, revascularização e metaplasia até adquirir organização histológica e resistência mecânica próximas das do ligamento original. Durante este percurso, qualquer falha de reabilitação comprometerá seguramente o resultado final. O neo-ligamento pode até estar anatomicamente íntegro, mas permanecerá funcionalmente ineficaz.

Se em relação a alguns princípios clássicos de reabilitação a falha não é de esperar, uma vez que é bem conhecida a necessidade de mobilizar no pós-operatório imediato e de evitar a contracção dinâmica do quadrícepe em ângulos próximos da extensão, o mesmo pode não se verificar em relação a conceitos recentes.

Os transdutores de tensão intra-articular permitem hoje identificar os valores da tensão sofrida pela estrutura ligamentar em diferentes angulações e sob a acção de diferentes tipos de contracção muscular. Assim, passou-se da extrapolação destes valores, verificados em modelos mecânicos e em experimentação animal, para a identificação "in loco": Comprovou-se que o trabalho isométrico do quadrícepe, habitualmente efectuado entre os 10° e os 0°, desencadeia tensão ligamentar elevadíssima. Pelo contrário, o trabalho isométrico efectuado para além dos 22° de flexão evita tensão exagerada do neo-ligamento. E, no que respeita ao trabalho dinâmico, também se demonstrou que a co-contracção quadrícepe/isquiotibiais, se efectuada em cadeia cinética fechada, condiciona tensão ligamentar praticamente nula, decorrente da anulação de forças em sentido contrário. Também em relação ao papel atribuído ao ligamento no controlo do joelho, existem alguns dados recentes. Ao contrário do até então pensado - LCA igual a elemento effector, hoje LCA é considerado um órgão do comando neuro-muscular. Com a electromiografia, demonstrou-se que o ligamento funciona, na realidade, como órgão integrador do arco reflexo quadrícepe/isquiotibiais: à tentativa experimental de translação anterior da tíbia, ocorre, de imediato, activação de várias unidades motoras nos músculos isquiotibiais e inibição reflexa da actividade do quadrícepe. Assim sendo, há que ponderar o momento certo da reprogramação neuro-muscular e,

mais importante ainda, o tipo e intensidade de estímulo a aplicar, já que, durante vários meses, a plastia é pobre em neuro e mecano-receptores. Torna-se imperioso conciliar o aparentemente inconciliável.

Mas, como tudo em Medicina, não chega considerar que está bem; é preciso provar que está bem, medir. A confirmação do procedimento correcto implica uma avaliação multifactorial. Para além do exame clínico e dos habituais exames imagiológicos, há que precisar outros parâmetros que forneçam dados qualitativos e quantitativos dos dois grupos musculares implicados e sua interacção. Isto é, relação da força agonista/antagonista (Gráfico 5); ângulo de força máxima/ângulo de eficácia mecânica do respectivo músculo (Gráfico 6); tempo de activação agonista/antagonista; velocidade de execução (Gráfico 7, 8); padrão de recrutamento de unidades motoras e capacidade de resistir à fadiga (Gráfico 9). Tudo em comparação com o lado contra-lateral (Gráfico 10).

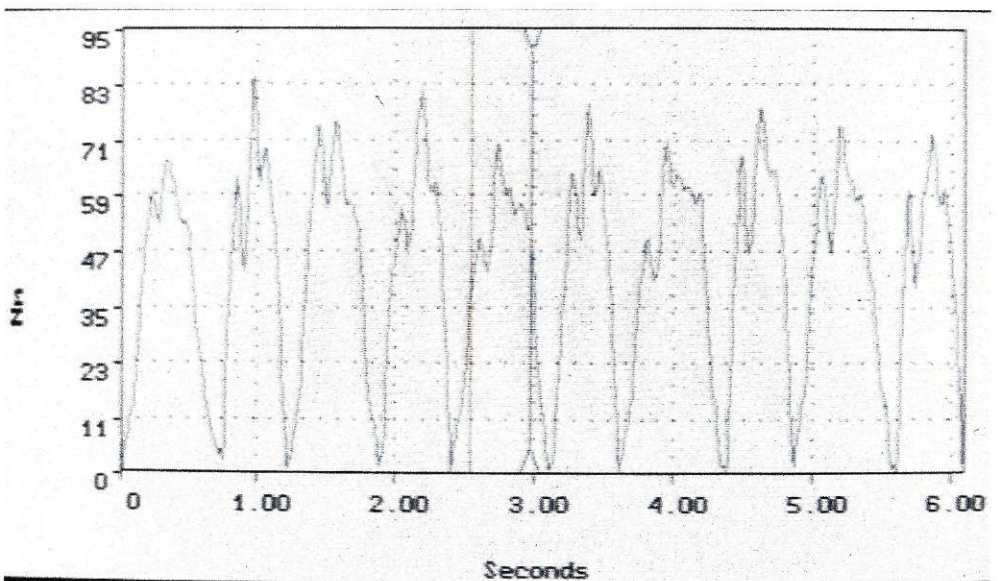


Gráfico 5 — Relação de força agonista/antagonista.

A normal relação de 2/1 (Qt/It) é modificada para 1/1 no decurso dos três primeiros meses.  
O aspecto espiculado do traçado traduz a incapacidade de desenvolver e manter força máxima.

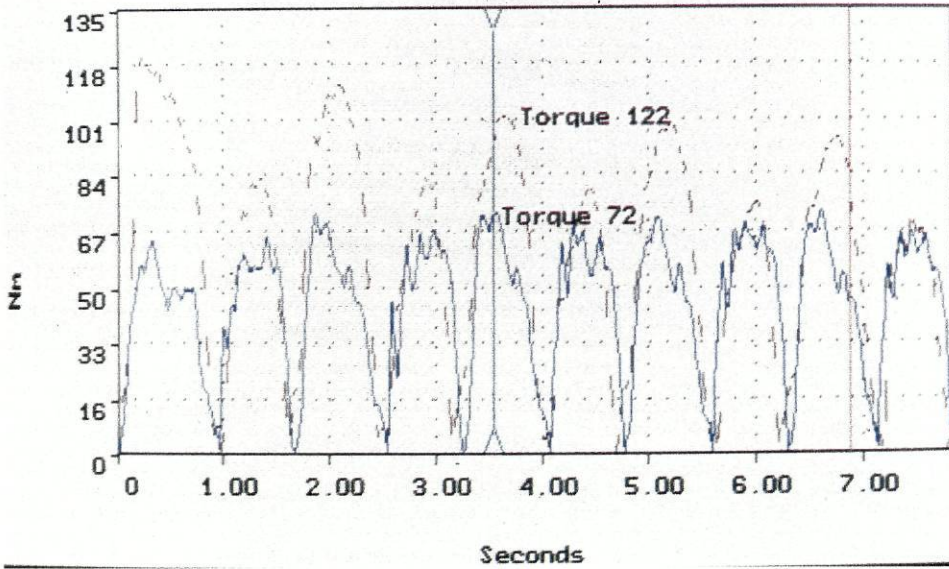


Gráfico 6 — Comparação da força muscular do lado operado/lado são. A cheio: representação do lado operado. A tracejado: representação do lado são.

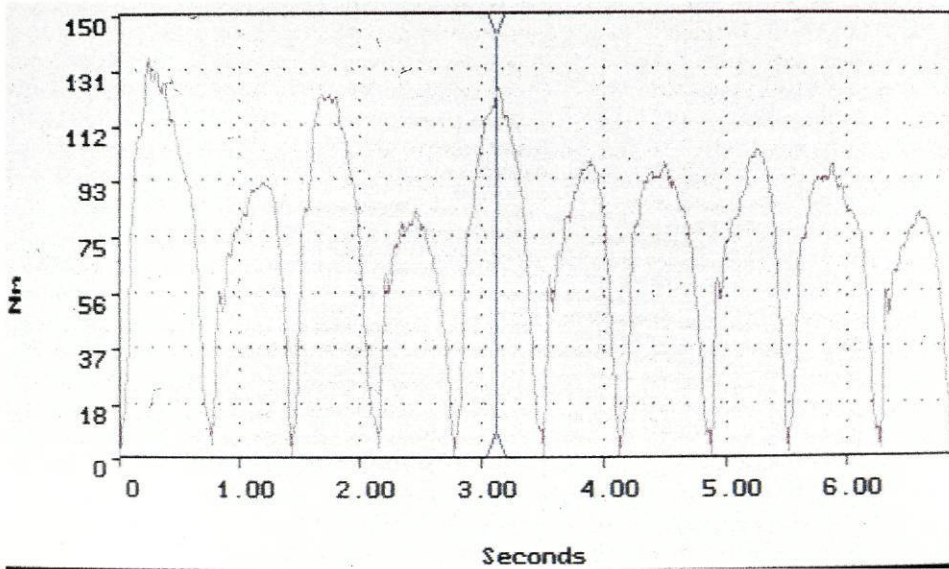


Gráfico 7, 8 — Comparação do ângulo de "peak" torque com o ângulo de máxima eficácia mecânica no quadríceps. Considerada a 3.<sup>a</sup> repetição, o ângulo de "peak" torque é aos 44°. Teoricamente o ângulo de máxima eficácia mecânica é aos 60°.

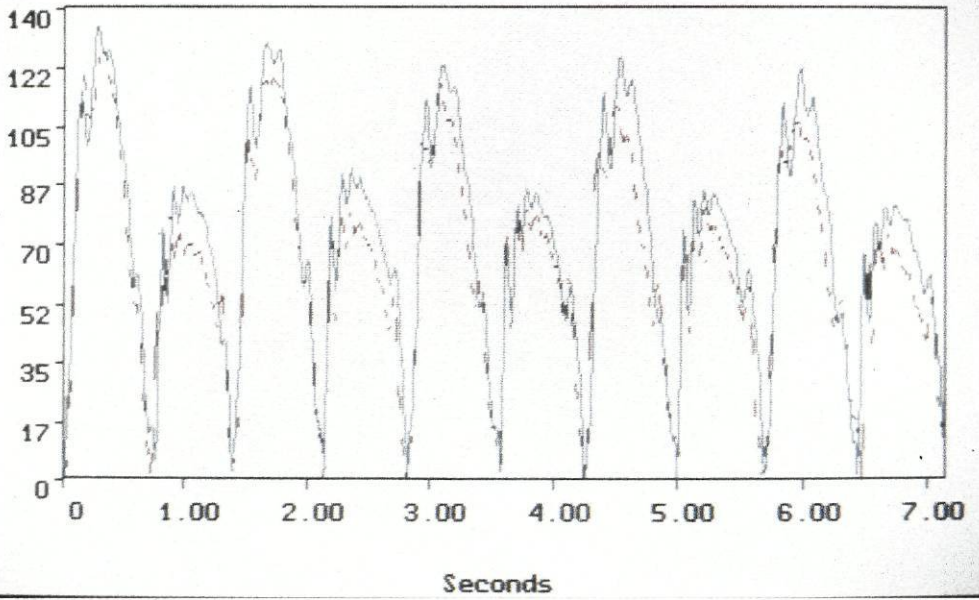


Gráfico 9 — Comparação da força muscular desenvolvida em final de programa terapêutico, na velocidade de 180°/seg. A cheio: lado operado. A tracejado: lado são.

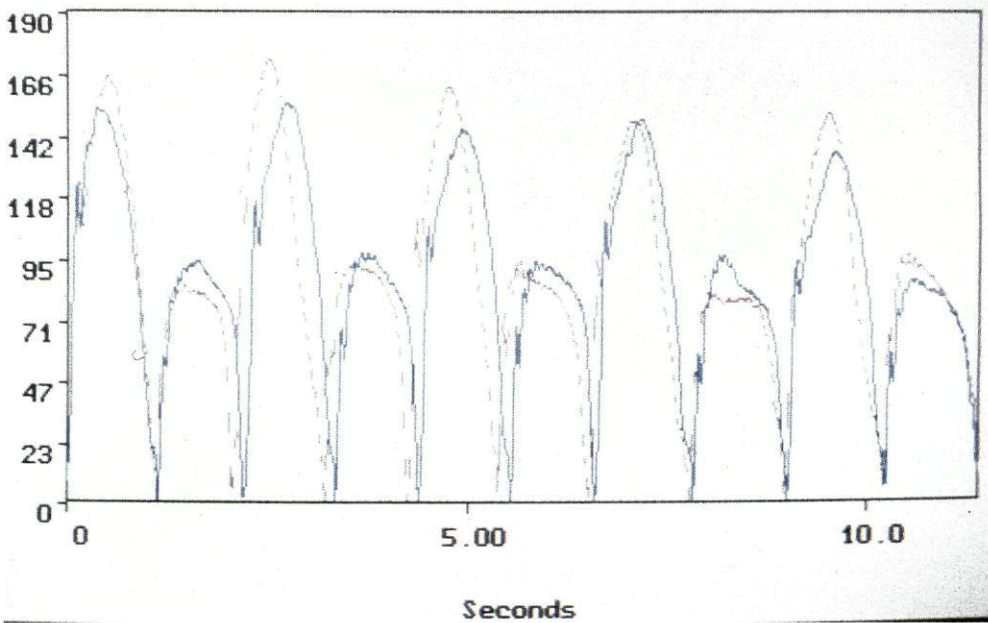


Gráfico 10 — Comparação da força muscular desenvolvida em final de programa terapêutico, na velocidade de 60°/seg. A cheio: lado operado. A tracejado: lado são.

## SEGUNDA PARTE

## ESTUDO NO CADÁVER

Durante um período de quatro meses, foram seleccionados oito cadáveres frescos para estudo dos joelhos. Foram eliminados os joelhos com lesões traumáticas ou com cicatrizes cirúrgicas e os cadáveres de indivíduos com idades inferiores a 16 anos e superiores a 50 anos. A idade dos seleccionados compreendeu indivíduos entre 18 e 42 anos. Em cada cadáver só foi possível estudar um dos joelhos por limitação de tempo, pois cada estudo precisava de cerca de três horas e só podia ser realizado durante a noite, o que tornava impraticável o aproveitamento dos dois joelhos de cada cadáver. Foram estudados oito joelhos de oito cadáveres com o propósito de tentar determinar os locais mais apropriados de implantação e de fixação do neo-LCA, designadamente quanto à isometria e à isotonia.

Foi efectuada artrotomia ampla, com luxação externa da rótula. Confirmou-se a integridade dos meniscos e dos ligamentos cruzados e laterais, condição prévia para a realização do estudo pretendido.

O ligamento cruzado anterior foi retirado (Fig. 59). Como neo-LCA foi utilizada uma corda de nylon de cinco milímetros de espessura.

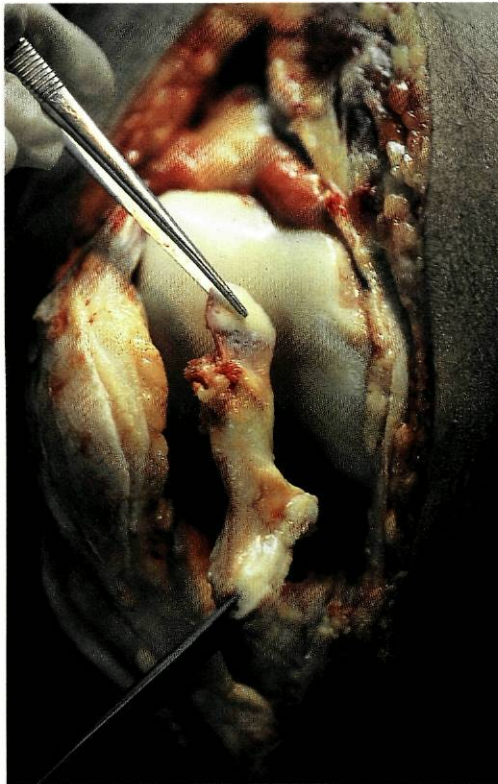


Fig. 59 — Artrotomia ampla em joelho de cadáver com LCA desinserido.

Foram realizados os seguintes túneis ósseos:

- no fêmur, de dentro para fora, pela técnica de uni-túnel trans-tibial (Fig. 60);



Fig. 60 — Joelho de cadáver. Artrotomia ampla. Técnica do uni-túnel.  
Túnel femoral realizado de dentro para fora no seguimento do túnel tibial.

- no fêmur, de dentro para fora, pela técnica modificada do uni-túnel, em que o túnel femoral foi feito independentemente do túnel tibial, sendo a broca colocada na interlinha sobre o corno anterior do menisco interno e com o joelho flectido a cerca de  $110^\circ$  (Fig. 61);



Fig. 61 — Joelho de cadáver. Artrotomia ampla. Técnica do uni-túnel modificada.  
Túnel femoral realizado de dentro para fora, independentemente do túnel tibial.

- no fémur, de fora para dentro, pela técnica tradicional;
- na tíbia, de fora para dentro, localizando-se o orifício extra-articular na face ântero-interna, ao nível da tuberosidade anterior.

Na técnica tradicional, para facilitar a realização dos túneis femorais nos locais pretendidos, foi efectuada osteotomia inter-condiliana, sendo o côndilo interno afastado internamente (Fig. 62). Com auxílio de orientador, foram



Fig. 62 — Joelho de cadáver. Artrótomia ampla. Túneis femorais realizados de fora para dentro, pela técnica tradicional. Uma corda de nylon passa pelos túneis femoral e tibial. Vê-se osteotomia intercondiliana para facilitar a realização dos túneis.

efectuados quatro túneis de seis milímetros de diâmetro no côndilo femoral externo. Estes túneis foram feitos de fora para dentro, de cima para baixo e de trás para a frente, com inclinação de cerca de  $80^\circ$  relativamente à vertente externa da chanfradura, ficando o orifício intra-articular dos túneis nas seguintes posições:

- No centro da inserção original do LCA - Fémur-Centro (FC).
- Em posição anterior relativamente à inserção original do LCA - Fémur-Anterior (FA).
- Em posição inferior relativamente à inserção original do LCA - Fémur-Inferior (FI).
- Em posição póstero-superior relativamente à inserção original do LCA - Fémur-Póstero-Superior (FPS).

Ainda no fêmur, fez parte do estudo a passagem da corda de nylon pela parte posterior do côndilo femoral externo, posição esta designada por Fémur- "Over the Top" (FOT).

Na tíbia, foram efectuados três túneis de seis milímetros, ficando o orifício extra-articular na face ântero-interna, ao nível da tuberosidade anterior. O orifício intra-articular dos túneis localizou-se:

- No centro da inserção original do LCA - Tíbia-Centro (TC).
- Em posição ântero-interna relativamente à inserção original do LCA - Tíbia-Ântero-Interna (TAI).
- Em posição posterior relativamente à inserção original do LCA, coincidindo com a parte mais posterior da inserção do LCA - Tíbia-Posterior (TP) (Fig. 63).

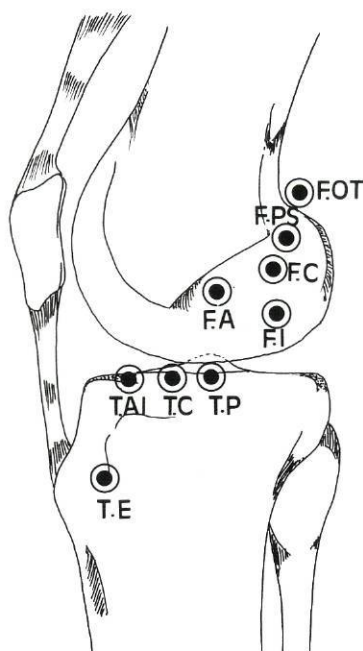


Fig. 63 — Desenho do joelho de perfil. Locais femorais de inserção intra-articular e tibiais intra e extra-articulares do neo-LCA.

Em relação à inserção original do LCA no fêmur:

FC — no centro; FA — Anterior; FI — Inferior; FPS — Pósterio-superior; FOT — "over de top".

Em relação à inserção original do LCA na tíbia:

TC — no centro; TAI — ântero-interna; TP — posterior; TE — orifício extra-articular dos túneis tibiais.

À corda de nylon foi suturada fita métrica para medição das variações de comprimento. Foi utilizada vaselina líquida na corda para reduzir o atrito.

Após a realização dos túneis ósseos, o côndilo interno foi fixado com dois fios de Kirshner.

A fixação da corda foi efectuada no orifício intra-articular (TIA) ou extra-articular (TE) do túnel tibial. No fémur, a fixação da corda foi sempre efectuada no orifício intra-articular do túnel (FIA), por se considerar que o enxerto deve ficar com inserção na zona original do LCA para evitar atrito com as arestas do túnel. Conjugando as diferentes posições de fixação com os orifícios intra-articulares dos túneis e com diferentes graus de flexão, 0°, 30°, 60°, 90° e 120°, foram obtidas 272 combinações. Em cada uma das combinações foram efectuadas medições da tensão e do comprimento da corda, sendo a sua fixação efectuada com o joelho a 0° e com tensão de 30 Newtons. Foi utilizado um dinamómetro de alta precisão, que faz a conversão automática em Newtons.

Além das medições resultantes da conjugação dos vários túneis e tipos de fixação atrás descritos, foram ainda efectuadas medições com túnel femoral realizado pelas técnicas do uni-túnel e do uni-túnel modificado

A realização da segunda série de túneis femorais por estas duas últimas técnicas foi complementada com a interposição de osso córtico-esponjoso retirado da face ântero-interna da tíbia e colocado nos túneis realizados pela técnica tradicional, com o fim de corrigir o alargamento dos túneis da segunda série conseqüente à comunicação com os da primeira série (Folha 1, 2, 3 e 4).

No final do estudo de cada joelho, além do LCA, foi feita colheita de tira do tendão rotuliano, tira do tendão quadricipital, tendões da "pata de ganso" e tira da fáschia lata, para estudo histológico.

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

### CADÁVER

JOELHO N.º

#### F - T

Diâmetro dos túneis - 6mm

Tensão da corda - 30 Newtons

Flexão do joelho a que é dada a tensão - 0°

Flexão do joelho                      0° - 30° - 60° - 90° - 120°

Local de fixação da				
corda e variação da	- FIA-TIA - 30 N.	-	-	-
tensão	FIA-TE - 30 N.	-	-	-
e do				
comprimento	FIA - TIA-0 mm	-	-	-
	FIA - TE -0 mm	-	-	-

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

## CADÁVER

JOELHO N.º

## "UNI-TÚNEL"

(Túnel femoral feito independentemente do túnel tibial, com a broca colocada por cima do corno anterior do menisco interno).

FA - TC

FC - TC ( Joelho flectido a cerca de 110°).

Diâmetro do túnel - 6 mm

Tensão da corda - 30 Newtons

Flexão do joelho a que é dada a tensão - 0°

Flexão do joelho - 0° - 30° - 60° - 90° - 120°

Local da fixação - FIA-TIA - 30 N.	-	-	-	-
da corda e variação FIA-TE - 30 N.	-	-	-	-
da tensão				
e do				
comprimento FIA - TIA- 0 mm	-	-	-	-
FIA - TE - 0 mm	-	-	-	-

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

### CADÁVER

JOELHO N.º

#### UNI-TÚNEL

(Túnel femoral feito através do túnel tibial).

FA - TC

F (Tecto) - TC

Diâmetro do túnel - 6 mm

Tensão da corda - 30 Newtons

Flexão do joelho a que é dada a tensão - 0°

Flexão do joelho -                    0°   -   30°   -   60°   -   90°   -   120°

Local da fixação

da corda e variação-FIA-TIA - 30 N.   -   -   -   -

da tensão                    FIA-TE - 30 N.   -   -   -   -

e do

comprimento                    FIA - TIA-0 mm                    -   -   -

                                          FIA - TE -0 mm                    -   -   -

*Folha n.º 3*

**COMBINAÇÃO DE CADA PONTO DE INSERÇÃO  
E FIXAÇÃO DO NEO-LCA NO FÉMUR  
COM OS DIFERENTES PONTOS  
DE INSERÇÃO E FIXAÇÃO NA TÍBIA**

FOT	$\left[ \begin{array}{c} \text{TAI} \\ \text{TC} \\ \text{TP} \end{array} \right.$	FA	$\left[ \begin{array}{c} \text{TAI} \\ \text{TC} \\ \text{TP} \end{array} \right.$	FPS	$\left[ \begin{array}{c} \text{TAI} \\ \text{TC} \\ \text{TP} \end{array} \right.$	FI	$\left[ \begin{array}{c} \text{TAI} \\ \text{TC} \\ \text{TP} \end{array} \right.$	FC	$\left[ \begin{array}{c} \text{TAI} \\ \text{TC} \\ \text{TP} \end{array} \right.$
-----	------------------------------------------------------------------------------------	----	------------------------------------------------------------------------------------	-----	------------------------------------------------------------------------------------	----	------------------------------------------------------------------------------------	----	------------------------------------------------------------------------------------

Uni-túnel TC  $\left[ \begin{array}{c} \text{FA} \\ \text{Tecto da chanfradura} \end{array} \right.$

Uni-túnel modificado TC  $\left[ \begin{array}{c} \text{FA} \\ \text{FC} \end{array} \right.$

Diâmetro dos túneis - 6 mm

Local de fixação das cordas  $\left[ \begin{array}{c} \text{FIA} \\ \text{TE E TIA} \end{array} \right.$

FOT: Fémur - "over the top"

FA: Fémur - anterior

FPS: Fémur - pósterio-superior

FI: Fémur - inferior

FC: Fémur - centro da inserção do LCA

TAI: Tíbia - ântero-interna

TC: Tíbia - centro da inserção do LCA

TP: Tíbia - posterior

FIA: Fémur - fixação no orifício intra-articular do túnel

TE: Tíbia - fixação no exterior do túnel

TIA: Tíbia - fixação no orifício intra-articular do túnel

## ESTUDO HISTOLÓGICO

Com o propósito de escolher o enxerto para reconstruir o LCA com mais vantagens estruturais, foi efectuado estudo histológico comparativo da textura de vários tecidos colhidos de oito cadáveres: Tendão rotuliano (TR), tendão quadricipital (TQ), tendões da “pata de ganso” (PG) e tensor da fáscia lata (TFL). Foi feita a comparação com o LCA do cadáver.

Estudaram-se cortes longitudinais e transversais corados pela hematoxilina-eosina (HE) e pelo Van Gienson (VG).

Verificou-se que, de um modo geral, existe redução progressiva da espessura dos feixes de colagéneo e aumento progressivo da quantidade de tecido adiposo quando comparados pela seguinte ordem: TQ, TR, PG e TFL. Verifica-se assim que o TQ reúne duas condições essenciais para melhor resistir às condições biomecânicas como neo-LCA, nomeadamente a riqueza em colagéneo e a escassez em tecido adiposo (Fig. 64). Além das características microscópicas, o

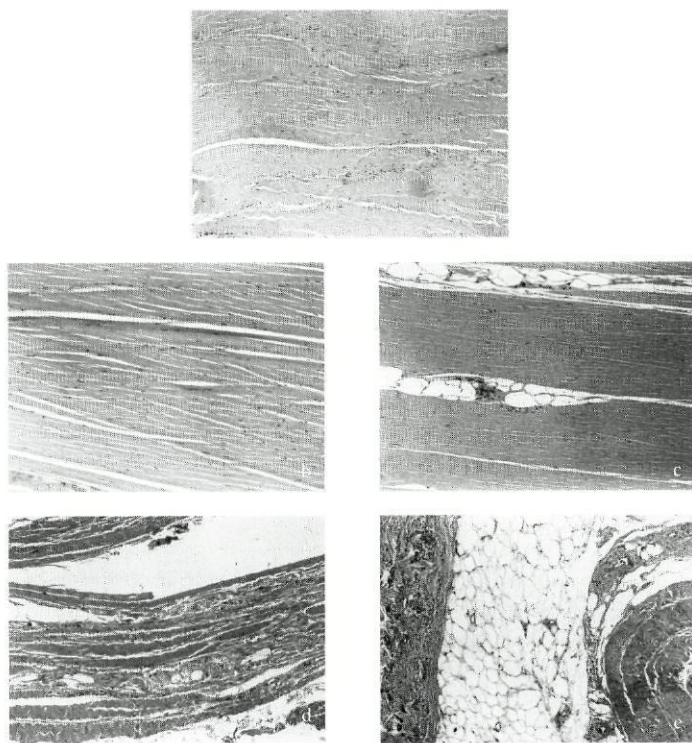


Fig. 64 — Cortes histológicos de LCA (a), TQ (b), TR (c), PG (d) e TFL (e). HE, 20x.

TQ reúne condições macroscópicas vantajosas. Na opinião do autor, uma tira de TQ com cerca de nove milímetros de largura e oito milímetros de espessura, com fragmento ósseo da rótula, é o melhor enxerto. A forma cilíndrica e a

secção de cerca de 72 mm<sup>2</sup> são mais favoráveis do que o TR, que tem cerca de 10 mm de largura e só quatro milímetros de espessura, o que dá aproximadamente só 40 mm<sup>2</sup> de secção. Consequentemente, o mais completo preenchimento do túnel ósseo é no caso do TQ, e isso facilita a integração no osso esponjoso. A baixa morbidade na zona da colheita é um factor adicional que apoia a opinião do autor de que este é o melhor enxerto para a substituição do LCA.

# TRABALHO ESTATÍSTICO

## Análise descritiva

Para realizar a análise descritiva foi necessário converter as fichas dos oito joelhos para formato electrónico. Os dados foram introduzidos no software de estatística SPSS 8.0 para Windows e, posteriormente, foram também importados para o software Microsoft Excel 97. Este último foi usado exclusivamente para a construção de gráficos.

A base de dados resultante era constituída por 13 variáveis - número do joelho, local de implantação intra-articular dos túneis femoral e tibial na reconstrução do LCA, local de fixação da corda, tensão com o joelho a 0°, 30°, 60°, 90° e 120°, comprimento com o joelho a 0°, 30°, 60°, 90° e 120° - e 272 casos (oito joelhos x 17 locais de implantação x dois locais de fixação da corda). Estes dados estão apresentados na tabela 1.

Neste trabalho, não se considerou apropriado o uso de técnicas inferenciais por serem muito exigentes em relação ao tamanho amostral, pelo que se optou por uma análise descritiva dos dados.

Para todas as combinações do local de implantação, local de fixação e ângulo de flexão do joelho foram calculadas as médias das variações dos comprimentos da corda nos oito joelhos (Tabela 1). Foram construídos dois gráficos, um para o local de fixação da corda FIA-TIA (Gráfico 11) e outro para FIA-TE (Gráfico 12), representando a evolução das médias do comprimento do neo-ligamento nos diferentes ângulos do joelho para cada local de implantação. A razão para a separação dos dois gráficos foi unicamente a complexidade que resultaria da junção dos mesmos.

Foi calculado um "score" de performance geral para cada combinação do local de fixação e do local de implantação. Este "score" foi baseado nas médias do comprimento do neo-ligamento com diferentes flexões do joelho. Tendo como objectivo a menor variação possível do comprimento da corda, em qualquer ângulo que o joelho se encontre, o "score" foi calculado como a soma do valor absoluto da variação com o joelho a 0°, 30°, 60°, 90° e 120° (Tabela 2). Quanto menor foi o valor do "score" melhor será a performance da combinação do lugar de fixação e do local de implantação. Foi ainda construído um gráfico para a combinação que apresentou melhor "score" (Gráfico 13), indicando a variação média para os diferentes ângulos de flexão do joelho, bem como os respectivos intervalos de confiança a 95%.

## TRABALHO ESTATÍSTICO

Local de implantação	Local de fixação	Ângulo de flexão do joelho					Score
		0°	30°	60°	90°	120°	
FC-TC	FIA-TIA	0.0	-3.0	-2.8	-1.0	0.5	<b>7.3</b>
FPS-TAI	FIA-TIA	0.0	-3.8	-3.3	-1.1	0.3	<b>8.4</b>
UNI- TÚNEL MODIFICADO FA-TC	FIA-TIA	0.0	-3.0	-2.0	0.6	2.8	<b>8.4</b>
FC-TA	FIA-TIA	0.0	-2.8	-2.5	0.3	3.5	<b>9.0</b>
FPS-TAI	FIA-TE	0.0	-3.5	-2.3	0.5	3.0	<b>9.3</b>
FC-TC	FIA-TE	0.0	-3.0	-1.3	1.3	4.3	<b>9.8</b>
FC-TA	FIA-TE	0.0	-2.5	-0.5	2.5	6.5	<b>12.0</b>
UNI- TÚNEL MODIFICADO FA-TC	FIA-TE	0.0	-3.0	-0.8	2.8	6.0	<b>12.5</b>
FA-TP	FIA-TIA	0.0	-3.5	-1.3	2.5	6.5	<b>13.8</b>
FC-TP	FIA-TE	0.0	-5.8	-5.8	-2.8	-0.8	<b>15.0</b>
FPS-TC	FIA-TE	0.0	-2.5	-4.3	-5.8	-5.8	<b>18.3</b>
FI-TP	FIA-TIA	0.0	0.3	2.5	5.6	10.0	<b>18.4</b>
FC-TP	FIA-TIA	0.0	-5.8	-7.3	-4.5	-2.8	<b>20.3</b>
FA-TP	FIA-TE	0.0	-2.8	1.8	6.5	10.8	<b>21.8</b>
FPS-TC	FIA-TIA	0.0	-2.5	-5.0	-7.5	-8.0	<b>23.0</b>
FPS-TP	FIA-TE	0.0	-3.5	-6.0	-7.5	-9.0	<b>26.0</b>
FI-FC	FIA-TIA	0.0	1.5	4.3	8.3	12.8	<b>26.8</b>
FPS-TP	FIA-TIA	0.0	-3.5	-6.5	-9.0	-11.3	<b>30.3</b>
FOT-TAI	FIA-TE	0.0	-5.3	-6.5	-9.5	-12.3	<b>33.5</b>
FI-TP	FIA-TE	0.0	1.3	5.3	11.0	16.5	<b>34.0</b>
FI-FC	FIA-TE	0.0	1.5	6.0	11.0	16.8	<b>35.3</b>
FOT-TAI	FIA-TIA	0.0	-6.0	-8.3	-10.5	-14.0	<b>38.8</b>
FOT-TC	FIA-TE	0.0	-5.8	-7.5	-11.3	-15.5	<b>40.0</b>
FA-TC	FIA-TIA	0.0	4.3	8.8	13.3	17.3	<b>43.5</b>
FOT-TC	FIA-TIA	0.0	-5.8	-8.8	-12.8	-18.3	<b>45.5</b>
UNI- TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0.0	3.0	7.8	14.8	20.8	<b>46.3</b>
FI-TAI	FIA-TIA	0.0	4.3	8.8	14.5	19.8	<b>47.3</b>
FA-TAI	FIA-TIA	0.0	5.5	10.0	15.0	19.8	<b>50.3</b>
FOT-TP	FIA-TE	0.0	-6.5	-9.8	-15.0	-20.0	<b>51.3</b>
FA-TC	FIA-TE	0.0	4.5	10.8	15.8	20.8	<b>51.8</b>
UNI- TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0.0	3.5	10.0	17.0	23.8	<b>54.3</b>
FOT-TP	FIA-TIA	0.0	-6.5	-11.3	-16.8	-21.3	<b>55.8</b>
FI-TAI	FIA-TE	0.0	5.5	12.0	18.5	24.8	<b>60.8</b>
FA-TAI	FIA-TE	0.0	6.5	12.5	18.0	24.0	<b>61.0</b>

Tabela 1 — Médias dos comprimentos dos neo-ligamentos e "scores" de performance para as diversas técnicas cirúrgicas.

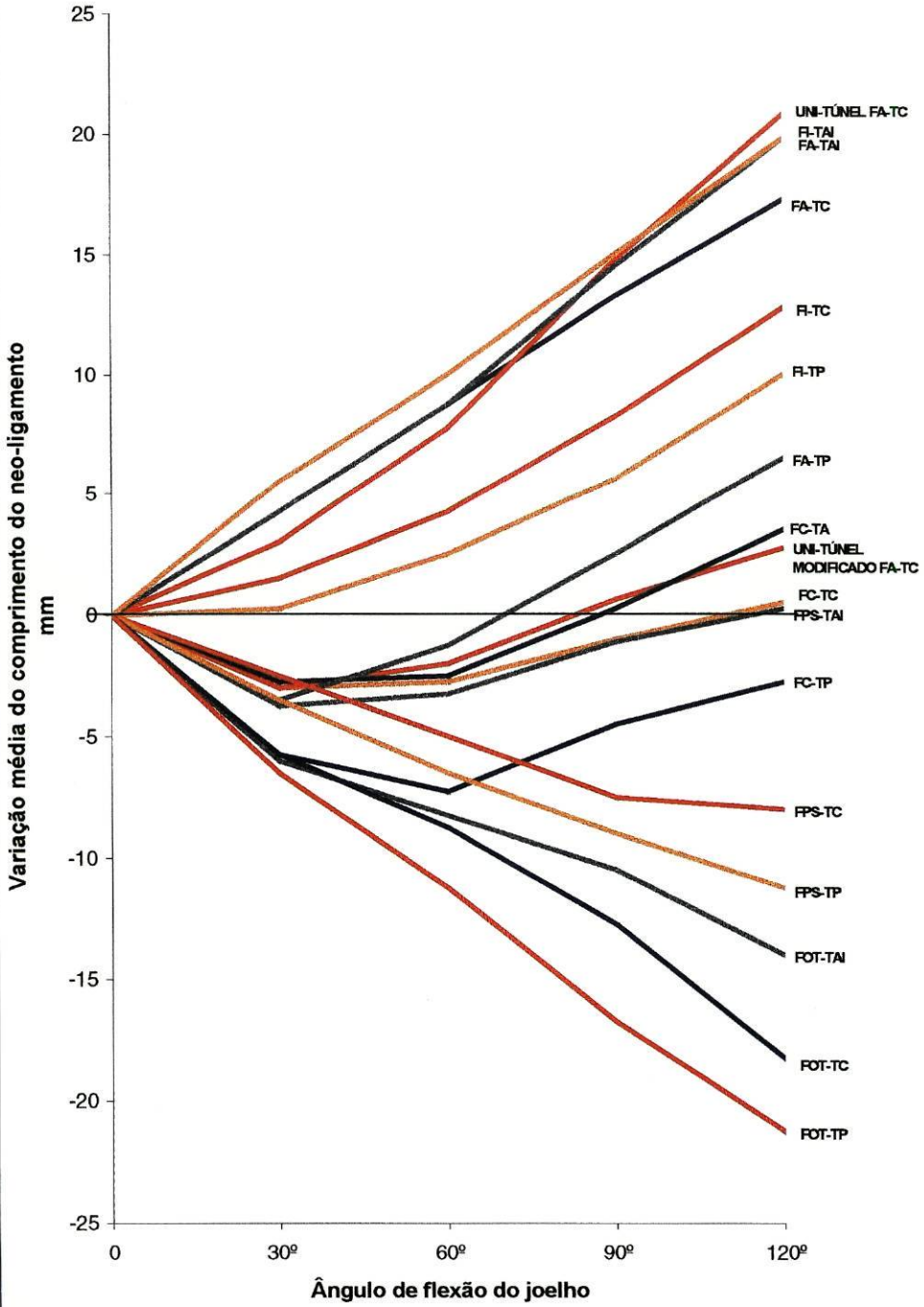


Gráfico 11 — Variação média do comprimento do neo-ligamento em função do ângulo de flexão do joelho, para os diferentes locais de implantação e com local de fixação FIA-TIA.

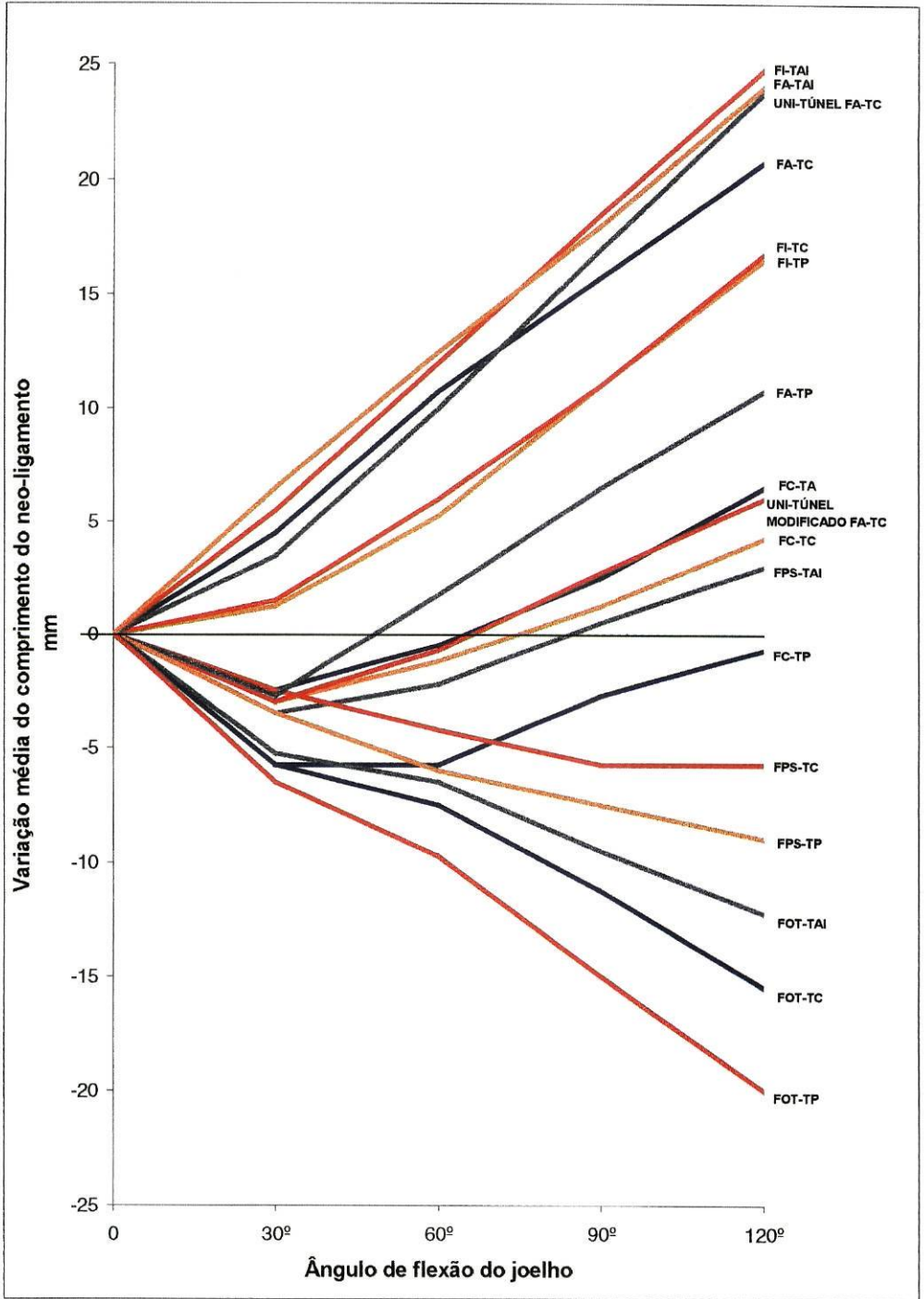


Gráfico 12 — Variação média do comprimento do neo-ligamento em função do ângulo de flexão do joelho, para os diferentes locais de implantação e com local de fixação FIA-TE

TRABALHO ESTATÍSTICO

ID	IMPLANTAÇÃO	FIXAÇÃO	T0	T30	T60	T90	T120	C0	C30	C60	C90	C120
1	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	29	29	31	32	0	-2	-2	2	4
	MODIFICADO FA-TC											
2	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	29	30	31	32	0	-2	0	2	4
	MODIFICADO FA-TC											
3	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	28	29	31	32	0	-4	-2	2	4
	MODIFICADO FA-TC											
4	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	29	30	32	34	0	-2	0	4	8
	MODIFICADO FA-TC											
5	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	28	30	32	34	0	-4	0	4	8
	MODIFICADO FA-TC											
6	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	28	29	30	32	0	-4	-4	0	4
	MODIFICADO FA-TC											
7	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	29	31	33	35	0	-2	2	6	10
	MODIFICADO FA-TC											
8	UNI-TÚNEL	FIA-TE	0	28	30	31	33	0	-4	0	2	6
	MODIFICADO FA-TC											
1	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	29	29	30	31	0	-2	-2	0	2
	MODIFICADO FA-TC											
2	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	29	29	30	30	0	-2	-2	0	0
	MODIFICADO FA-TC											
3	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	28	28	29	31	0	-4	-4	-2	2
	MODIFICADO FA-TC											
4	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	29	30	31	32	0	-2	0	2	4
	MODIFICADO FA-TC											
5	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	28	29	31	32	0	-4	-2	2	4
	MODIFICADO FA-TC											
6	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	28	28	29	31	0	-4	-4	-1	2
	MODIFICADO FA-TC											
7	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	29	30	32	33	0	-2	0	4	6
	MODIFICADO FA-TC											
8	UNI-TÚNEL	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
	MODIFICADO FA-TC											
1	FA-TAI	FIA-TE	0	34	36	41	44	0	8	12	22	28
2	FA-TAI	FIA-TE	0	33	36	39	43	0	6	12	18	26
3	FA-TAI	FIA-TE	0	32	36	38	41	0	4	12	16	22
4	FA-TAI	FIA-TE	0	33	37	39	42	0	6	14	18	24
5	FA-TAI	FIA-TE	0	34	36	39	43	0	8	12	18	26
6	FA-TAI	FIA-TE	0	33	36	38	41	0	6	12	16	22
7	FA-TAI	FIA-TE	0	33	26	39	41	0	6	12	18	22
8	FA-TAI	FIA-TE	0	34	37	39	41	0	8	14	18	22
1	FA-TAI	FIA-TIA	0	33	36	39	42	0	6	12	18	24
2	FA-TAI	FIA-TIA	0	33	35	38	41	0	6	10	16	22
3	FA-TAI	FIA-TIA	0	32	35	37	39	0	4	10	14	18
4	FA-TAI	FIA-TIA	0	33	35	38	40	0	6	10	16	20
5	FA-TAI	FIA-TIA	0	33	35	37	39	0	6	10	14	18
6	FA-TAI	FIA-TIA	0	33	35	37	40	0	6	10	14	20
7	FA-TAI	FIA-TIA	0	32	24	37	39	0	4	8	14	18
8	FA-TAI	FIA-TIA	0	33	35	37	39	0	6	10	14	18
1	FA-TC	FIA-TE	0	33	36	37	38	0	6	12	14	16
2	FA-TC	FIA-TE	0	32	35	38	41	0	4	10	16	22
3	FA-TC	FIA-TE	0	32	35	38	40	0	4	10	16	20
4	FA-TC	FIA-TE	0	32	35	37	40	0	4	10	14	20
5	FA-TC	FIA-TE	0	33	36	39	42	0	6	12	18	24
6	FA-TC	FIA-TE	0	32	35	39	41	0	4	10	18	22
7	FA-TC	FIA-TE	0	32	35	37	40	0	4	10	14	20
8	FA-TC	FIA-TE	0	32	36	38	41	0	4	12	16	22
1	FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	35	36	0	4	8	10	12
2	FA-TC	FIA-TIA	0	32	35	37	40	0	4	10	14	20
3	FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	37	38	0	4	8	14	16
4	FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	36	38	0	4	8	12	16
5	FA-TC	FIA-TIA	0	33	35	38	40	0	6	10	16	20
6	FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	37	39	0	4	8	14	18
7	FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	36	38	0	4	8	12	16
8	FA-TC	FIA-TIA	0	32	35	37	40	0	4	10	14	20
1	FA-TP	FIA-TE	0	28	30	32	35	0	-4	0	4	10
2	FA-TP	FIA-TE	0	28	30	31	33	0	-4	0	2	6
3	FA-TP	FIA-TE	0	28	30	32	34	0	-4	0	4	8
4	FA-TP	FIA-TE	0	29	31	34	36	0	-2	2	8	12
5	FA-TP	FIA-TE	0	29	31	34	35	0	-2	2	8	10
6	FA-TP	FIA-TE	0	29	32	34	37	0	-2	4	8	14
7	FA-TP	FIA-TE	0	29	31	34	36	0	-2	2	8	12
8	FA-TP	FIA-TE	0	29	32	35	37	0	-2	4	10	14
1	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
2	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	30	32	0	-4	-2	0	4
3	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6

Tabela 2 — Dados recolhidos nos oito cadáveres

# TRABALHO ESTATÍSTICO

ID	IMPLANTAÇÃO	FIXAÇÃO	T0	T30	T60	T90	T120	C0	C30	C60	C90	C120
4	FA-TP	FIA-TIA	0	29	30	32	34	0	-2	0	4	8
5	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
6	FA-TP	FIA-TIA	0	28	30	32	34	0	-4	0	4	8
7	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
8	FA-TP	FIA-TIA	0	29	30	32	34	0	-2	0	4	8
1	FC-TA	FIA-TE	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
2	FC-TA	FIA-TE	0	28	29	30	32	0	-4	-2	0	4
3	FC-TA	FIA-TE	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
4	FC-TA	FIA-TE	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
5	FC-TA	FIA-TE	0	29	31	32	34	0	-2	2	4	8
6	FC-TA	FIA-TE	0	29	30	32	33	0	-2	0	4	6
7	FC-TA	FIA-TE	0	29	30	32	35	0	-2	0	4	10
8	FC-TA	FIA-TE	0	29	31	33	35	0	-2	2	6	10
1	FC-TA	FIA-TIA	0	29	28	29	30	0	-2	-4	-2	0
2	FC-TA	FIA-TIA	0	28	28	29	31	0	-4	-4	-2	2
3	FC-TA	FIA-TIA	0	29	28	29	30	0	-2	-4	-2	0
4	FC-TA	FIA-TIA	0	28	28	30	32	0	-4	-4	0	4
5	FC-TA	FIA-TIA	0	29	30	31	33	0	-2	0	2	6
6	FC-TA	FIA-TIA	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
7	FC-TA	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
8	FC-TA	FIA-TIA	0	29	30	32	33	0	-2	0	4	6
1	FC-TC	FIA-TE	0	30	28	30	33	0	0	-4	0	6
2	FC-TC	FIA-TE	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
3	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	31	33	0	-4	0	2	6
4	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	31	32	0	0	0	-2	-4
5	FC-TC	FIA-TE	0	28	29	30	32	0	-4	-2	0	4
6	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	32	33	0	-4	0	4	6
7	FC-TC	FIA-TE	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
8	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	31	32	0	-4	0	2	4
1	FC-TC	FIA-TIA	0	30	28	29	31	0	0	-4	-2	2
2	FC-TC	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
3	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
4	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	0	-2	0	-2
5	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	29	30	0	-4	-2	-2	0
6	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
7	FC-TC	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
8	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	30	0	-4	-2	0	0
1	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	29	29	0	-6	-6	-2	-2
2	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	28	29	0	-6	-6	-4	-2
3	FC-TP	FIA-TE	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
4	FC-TP	FIA-TE	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
5	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	28	29	0	-6	-6	-4	-2
6	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	29	30	0	-6	-6	-2	0
7	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	29	30	0	-6	-6	-2	0
8	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	28	30	0	-6	-6	-4	0
1	FC-TP	FIA-TIA	0	27	27	28	28	0	-6	-6	-4	-4
2	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	27	28	0	-6	-8	-6	-4
3	FC-TP	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
4	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	27	28	0	-6	-8	-6	-4
5	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	27	28	0	-6	-8	-6	-4
6	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
7	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
8	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
1	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	36	39	0	2	6	12	18
2	FI-FC	FIA-TE	0	31	32	34	37	0	2	6	10	18
3	FI-FC	FIA-TE	0	30	33	36	39	0	0	6	12	18
4	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	36	38	0	2	6	12	16
5	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	36	39	0	2	6	12	18
6	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	35	38	0	2	6	10	16
7	FI-FC	FIA-TE	0	31	34	36	39	0	2	8	12	18
8	FI-FC	FIA-TE	0	30	32	34	36	0	0	4	8	12
1	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	34	36	0	2	4	8	12
2	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	34	37	0	2	4	8	14
3	FI-FC	FIA-TIA	0	30	32	34	37	0	0	4	8	14
4	FI-FC	FIA-TIA	0	31	33	35	37	0	2	6	10	14
5	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	35	37	0	2	4	10	14
6	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	34	36	0	2	4	8	12
7	FI-FC	FIA-TIA	0	31	33	35	37	0	2	6	10	14
8	FI-FC	FIA-TIA	0	30	31	32	34	0	0	2	4	8
1	FI-TAI	FIA-TE	0	32	34	38	41	0	4	8	16	22
2	FI-TAI	FIA-TE	0	33	36	39	42	0	6	12	18	24
3	FI-TAI	FIA-TE	0	33	37	40	43	0	6	14	20	26
4	FI-TAI	FIA-TE	0	32	35	38	41	0	4	10	16	22
5	FI-TAI	FIA-TE	0	33	37	40	43	0	6	14	20	26
6	FI-TAI	FIA-TE	0	33	36	40	42	0	6	12	20	24
7	FI-TAI	FIA-TE	0	33	35	39	43	0	6	10	18	26
8	FI-TAI	FIA-TE	0	33	38	40	44	0	6	16	20	28

TRABALHO ESTATÍSTICO

ID	IMPLANTAÇÃO	FIXAÇÃO	T0	T30	T60	T90	T120	C0	C30	C60	C90	C120
4	FA-TP	FIA-TIA	0	29	30	32	34	0	-2	0	4	8
5	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
6	FA-TP	FIA-TIA	0	28	30	32	34	0	-4	0	4	8
7	FA-TP	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
8	FA-TP	FIA-TIA	0	29	30	32	34	0	-2	0	4	8
1	FC-TA	FIA-TE	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
2	FC-TA	FIA-TE	0	28	29	30	32	0	-4	-2	0	4
3	FC-TA	FIA-TE	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
4	FC-TA	FIA-TE	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
5	FC-TA	FIA-TE	0	29	31	32	34	0	-2	2	4	8
6	FC-TA	FIA-TE	0	29	30	32	33	0	-2	0	4	6
7	FC-TA	FIA-TE	0	29	30	32	35	0	-2	0	4	10
8	FC-TA	FIA-TE	0	29	31	33	35	0	-2	2	6	10
1	FC-TA	FIA-TIA	0	29	28	29	30	0	-2	-4	-2	0
2	FC-TA	FIA-TIA	0	28	28	29	31	0	-4	-4	-2	2
3	FC-TA	FIA-TIA	0	29	28	29	30	0	-2	-4	-2	0
4	FC-TA	FIA-TIA	0	28	28	30	32	0	-4	-4	0	4
5	FC-TA	FIA-TIA	0	29	30	31	33	0	-2	0	2	6
6	FC-TA	FIA-TIA	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
7	FC-TA	FIA-TIA	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
8	FC-TA	FIA-TIA	0	29	30	32	33	0	-2	0	4	6
1	FC-TC	FIA-TE	0	30	28	30	33	0	0	-4	0	6
2	FC-TC	FIA-TE	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
3	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	31	33	0	-4	0	2	6
4	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	31	32	0	0	0	-2	-4
5	FC-TC	FIA-TE	0	28	29	30	32	0	-4	-2	0	4
6	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	32	33	0	-4	0	4	6
7	FC-TC	FIA-TE	0	28	29	31	33	0	-4	-2	2	6
8	FC-TC	FIA-TE	0	28	30	31	32	0	-4	0	2	4
1	FC-TC	FIA-TIA	0	30	28	29	31	0	0	-4	-2	2
2	FC-TC	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
3	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
4	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	0	-2	0	-2
5	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	29	30	0	-4	-2	-2	0
6	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
7	FC-TC	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
8	FC-TC	FIA-TIA	0	28	29	30	30	0	-4	-2	0	0
1	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	29	29	0	-6	-6	-2	-2
2	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	28	29	0	-6	-6	-4	-2
3	FC-TP	FIA-TE	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
4	FC-TP	FIA-TE	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
5	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	28	29	0	-6	-6	-4	-2
6	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	29	30	0	-6	-6	-2	0
7	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	29	30	0	-6	-6	-2	0
8	FC-TP	FIA-TE	0	27	27	28	30	0	-6	-6	-4	0
1	FC-TP	FIA-TIA	0	27	27	28	28	0	-6	-6	-4	-4
2	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	27	28	0	-6	-8	-6	-4
3	FC-TP	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
4	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	27	28	0	-6	-8	-6	-4
5	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	27	28	0	-6	-8	-6	-4
6	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
7	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
8	FC-TP	FIA-TIA	0	27	26	28	29	0	-6	-8	-4	-2
1	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	36	39	0	2	6	12	18
2	FI-FC	FIA-TE	0	31	32	34	37	0	2	6	10	18
3	FI-FC	FIA-TE	0	30	33	36	39	0	0	6	12	18
4	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	36	38	0	2	6	12	16
5	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	36	39	0	2	6	12	18
6	FI-FC	FIA-TE	0	31	33	35	38	0	2	6	10	16
7	FI-FC	FIA-TE	0	31	34	36	39	0	2	8	12	18
8	FI-FC	FIA-TE	0	30	32	34	36	0	0	4	8	12
1	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	34	36	0	2	4	8	12
2	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	34	37	0	2	4	8	14
3	FI-FC	FIA-TIA	0	30	32	34	37	0	0	4	8	14
4	FI-FC	FIA-TIA	0	31	33	35	37	0	2	6	10	14
5	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	35	37	0	2	4	10	14
6	FI-FC	FIA-TIA	0	31	32	34	36	0	2	4	8	12
7	FI-FC	FIA-TIA	0	31	33	35	37	0	2	6	10	14
8	FI-FC	FIA-TIA	0	30	31	32	34	0	0	2	4	8
1	FI-TAI	FIA-TE	0	32	34	38	41	0	4	8	16	22
2	FI-TAI	FIA-TE	0	33	36	39	42	0	6	12	18	24
3	FI-TAI	FIA-TE	0	33	37	40	43	0	6	14	20	26
4	FI-TAI	FIA-TE	0	32	35	38	41	0	4	10	16	22
5	FI-TAI	FIA-TE	0	33	37	40	43	0	6	14	20	26
6	FI-TAI	FIA-TE	0	33	36	40	42	0	6	12	20	24
7	FI-TAI	FIA-TE	0	33	35	39	43	0	6	10	18	26
8	FI-TAI	FIA-TE	0	33	38	40	44	0	6	16	20	28

# TRABALHO ESTATÍSTICO

ID	IMPLANTAÇÃO	FIXAÇÃO	T0	T30	T60	T90	T120	C0	C30	C60	C90	C120
6	FPS-TAI	FIA-TE	0	29	29	30	32	0	-2	-2	0	4
7	FPS-TAI	FIA-TE	0	28	29	30	32	0	-4	-2	0	4
8	FPS-TAI	FIA-TE	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
1	FPS-TAI	FIA-TIA	0	29	29	30	30	0	-2	-2	0	0
2	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	29	30	30	0	-4	-2	0	0
3	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	29	30	31	0	-4	-2	0	2
4	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-1	0
5	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
6	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
7	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
8	FPS-TAI	FIA-TIA	0	28	28	29	30	0	-4	-4	-2	0
1	FPS-TC	FIA-TE	0	29	28	29	29	0	-2	-4	-2	-2
2	FPS-TC	FIA-TE	0	29	28	27	27	0	-2	-4	-6	-6
3	FPS-TC	FIA-TE	0	28	27	27	26	0	-4	-6	-6	-8
4	FPS-TC	FIA-TE	0	29	29	27	27	0	-2	-2	-6	-6
5	FPS-TC	FIA-TE	0	29	28	26	26	0	-2	-4	-8	-8
6	FPS-TC	FIA-TE	0	28	27	27	27	0	-4	-6	-6	-6
7	FPS-TC	FIA-TE	0	29	28	27	28	0	-2	-4	-6	-4
8	FPS-TC	FIA-TE	0	29	28	27	27	0	-2	-4	-6	-6
1	FPS-TC	FIA-TIA	0	29	28	27	27	0	-2	-4	-6	-6
2	FPS-TC	FIA-TIA	0	29	28	26	26	0	-2	-4	-8	-8
3	FPS-TC	FIA-TIA	0	28	27	26	25	0	-4	-6	-8	-8
4	FPS-TC	FIA-TIA	0	29	28	27	26	0	-2	-4	-6	-8
5	FPS-TC	FIA-TIA	0	29	27	26	25	0	-2	-6	-8	-10
6	FPS-TC	FIA-TIA	0	28	27	26	26	0	-4	-6	-8	-8
7	FPS-TC	FIA-TIA	0	29	27	26	25	0	-2	-6	-8	-8
8	FPS-TC	FIA-TIA	0	29	28	26	26	0	-2	-4	-8	-8
1	FPS-TP	FIA-TE	0	28	27	27	28	0	-4	-6	-6	-4
2	FPS-TP	FIA-TE	0	29	27	27	26	0	-2	-6	-6	-8
3	FPS-TP	FIA-TE	0	28	27	26	25	0	-4	-6	-8	-10
4	FPS-TP	FIA-TE	0	28	27	26	26	0	-4	-6	-8	-8
5	FPS-TP	FIA-TE	0	29	27	27	26	0	-2	-6	-6	-8
6	FPS-TP	FIA-TE	0	28	27	26	25	0	-4	-6	-8	-10
7	FPS-TP	FIA-TE	0	28	27	26	24	0	-4	-6	-8	-12
8	FPS-TP	FIA-TE	0	28	27	25	24	0	-4	-6	-10	-12
1	FPS-TP	FIA-TIA	0	28	27	26	26	0	-4	-6	-8	-8
2	FPS-TP	FIA-TIA	0	29	27	26	25	0	-2	-6	-8	-10
3	FPS-TP	FIA-TIA	0	28	27	25	24	0	-4	-6	-10	-12
4	FPS-TP	FIA-TIA	0	28	27	25	24	0	-4	-6	-10	-12
5	FPS-TP	FIA-TIA	0	29	27	26	25	0	-2	-6	-8	-10
6	FPS-TP	FIA-TIA	0	28	27	26	24	0	-4	-6	-8	-12
7	FPS-TP	FIA-TIA	0	28	26	25	23	0	-4	-8	-10	-14
8	FPS-TP	FIA-TIA	0	28	26	25	24	0	-4	-8	-10	-12
1	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	32	35	38	41	0	4	10	16	22
2	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	32	35	39	41	0	4	10	18	22
3	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	31	34	38	42	0	2	8	16	24
4	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	32	37	40	43	0	4	14	20	26
5	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	32	34	37	41	0	4	8	14	22
6	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	32	35	39	42	0	4	10	18	24
7	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	31	34	38	42	0	2	8	16	24
8	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TE	0	32	36	39	43	0	4	12	18	26
1	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	31	34	37	39	0	2	8	14	18
2	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	37	40	0	4	8	14	20
3	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	31	33	37	40	0	2	6	14	20
4	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	32	35	38	42	0	4	10	16	24
5	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	31	34	37	39	0	2	8	14	18
6	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	38	41	0	4	8	16	22
7	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	31	33	37	40	0	2	6	14	20
8	UNI-TÚNEL FA-TC	FIA-TIA	0	32	34	38	42	0	4	8	16	24

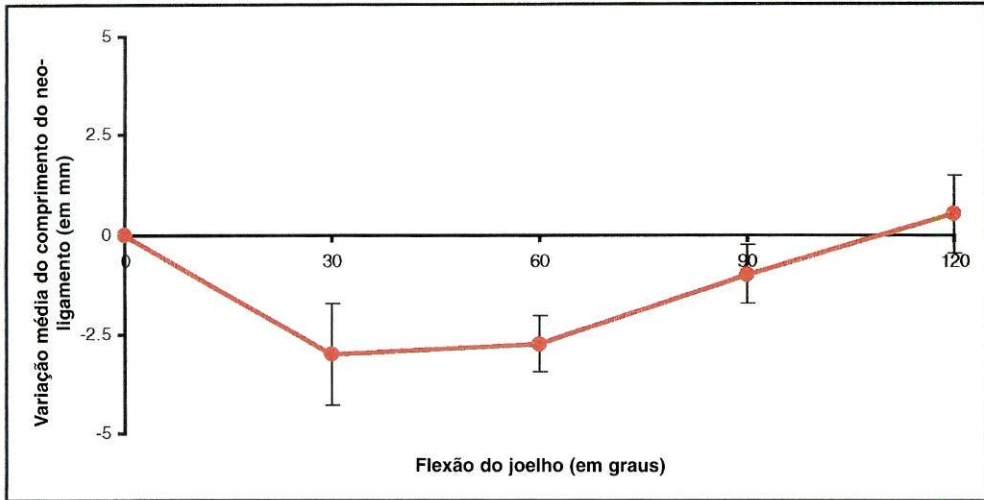


Gráfico 13 — Variação do comprimento do neo-ligamento com implantação FC-TC e fixação FIA-TIA.

## AVALIAÇÃO DOS JOELHOS OPERADOS

A avaliação consistente do tratamento cirúrgico do LCA requer, pelo menos, dois anos de seguimento pós-operatório e de pelo menos 50 casos, de acordo com F. Fu (2). A degradação progressiva da ligamentoplastia é frequente, pelo que os bons resultados não devem ser considerados definitivos até dois anos após a operação (4). No entanto, neste trabalho, devido ao tempo de seguimento pós-operatório médio ser pequeno (17 meses) e variado (8-32 meses), o autor limitou-se a uma avaliação objectiva (teste de Lachman, teste de gaveta anterior, teste de ressalto, mobilidade articular e avaliação da laxidez anterior pelo teste de Lachman activo radiológico e pela quantificação da gaveta anterior a 70°) e a uma avaliação subjectiva (grau de satisfação do doente, sensação de instabilidade, dor, derrame, etc.), o que, grosso modo, corresponde a uma avaliação pela escala ARPEGE-CLASS (Escala 1).

O facto de se ter optado por não avaliar a laxidez anterior do joelho com KT2000 deve-se, entre outros factores, à relação com o volume da massa muscular do quadríceps e dos gémeos em cada medição, que não é constante, variando no decurso da recuperação, e ainda à dependência da altura da rótula. Com a desvantagem do uso de radiação ionizante, o teste de Lachman activo radiológico permite em contrapartida medições correctas. O maior rigor na medição da laxidez anterior do joelho com este método, relativamente ao KT1000, já foi descrito por conceituados autores, como Lonnie Paulos e Rosenberg (3). A medição da laxidez anterior deve também ser feita com flexão a cerca de 70°. É que, por exemplo, um joelho com o neo-ligamento no fémur na posição "over the top", ainda que tenso em extensão, terá acentuada laxidez a 70° de flexão.

Foi efectuada avaliação clínica e radiográfica pós-operatória de 60 joelhos operados, número de doentes que foi possível contactar e avaliar na consulta externa. A avaliação radiográfica consistiu em:

- . RX de face em apoio monopodal.
- . RX de perfil correcto a 20° de flexão em apoio monopodal.
- . RX de perfil correcto em extensão máxima.
- . Incidência de túnel.
- . Incidência axial a 45°.
- . Gaveta anterior a 70°.
- . Lachman activo radiológico.

Dos 60 doentes foram revistos 40 operados com enxerto livre OTO autólogo, com seguimento pós-operatório mínimo de oito meses, dos quais 27 operados por mini-artrotomia e os outros 13 por artroscopia. Os outros 20 casos foram operados com enxerto de tendão quadricipital autólogo por

## AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO JOELHO (Cotação Arpege)

Nome:	Idade:	
Sexo:	Profissão:	Data do exame:

Estabilidade funcional	Dor e resistência à fadiga	Mobilidade																																																																																																				
C    L	C    L																																																																																																					
<p><b>Estabilidade nos desportos</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Normal</td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td>Apreensão</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td>Acidente de instabilidade ocasional</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Acidente de instabilidade frequente</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <hr/> <p><b>Curso de salto</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Normal</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Instab. ocasional mudando de direcção</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Marcha possível, salto não</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Marcha impossível</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>S</b></p> <hr/> <p><b>Marcha</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Normal</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Instab. ocasional em terreno irregular</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Instab. frequente em terreno irregular</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Instabilidade em terreno plano</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p><b>Escadas</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Normal</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Instabilidade ocasional</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Instabilidade constante</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Impossível</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p><b>Canadianas</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Nenhuma</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Uma canadiana exterior</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Uma canadiana interior</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Duas canadianas</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table>	Normal	6	Apreensão	5	Acidente de instabilidade ocasional	3	Acidente de instabilidade frequente	0	Normal	3	Instab. ocasional mudando de direcção	2	Marcha possível, salto não	1	Marcha impossível	0	Normal	3	Instab. ocasional em terreno irregular	2	Instab. frequente em terreno irregular	1	Instabilidade em terreno plano	0	Normal	3	Instabilidade ocasional	2	Instabilidade constante	1	Impossível	0	Nenhuma	3	Uma canadiana exterior	2	Uma canadiana interior	1	Duas canadianas	0	<p><b>Resistência aos desportos</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Sem limitação de duração</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Efeitos secundários</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Limitação de duração</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Dor e hidrartrose imediata</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <hr/> <p><b>Derrame do joelho</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Nunca</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Ocasional</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Frequente</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Permanente</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>S</b></p> <hr/> <p><b>Dor na vida quotidiana</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Nula</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Moderada, ocasional</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Importante, descontínua</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Permanente com a marcha</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p><b>Perímetro da marcha</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Ilimitado</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Limitado (&gt; 1500 m)</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Limitado (&lt; 1500 m)</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Limitado ao interior</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table> <p><b>Dor e dificuldade ao levantar</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Nenhuma</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>Ajuda ligeira das mãos</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>Ajuda indisponível das mãos</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>Impossível</td><td style="text-align: right;">0</td></tr> </table>	Sem limitação de duração	3	Efeitos secundários	2	Limitação de duração	1	Dor e hidrartrose imediata	0	Nunca	3	Ocasional	2	Frequente	1	Permanente	0	Nula	3	Moderada, ocasional	2	Importante, descontínua	1	Permanente com a marcha	0	Ilimitado	3	Limitado (> 1500 m)	2	Limitado (< 1500 m)	1	Limitado ao interior	0	Nenhuma	3	Ajuda ligeira das mãos	2	Ajuda indisponível das mãos	1	Impossível	0	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Flexão normal</td><td style="text-align: right;">9</td></tr> <tr><td>&lt; 130°</td><td style="text-align: right;">8</td></tr> <tr><td>&lt; 110°</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr><td>&lt; 100°</td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td>&lt; 90°</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td>&lt; 70°</td><td style="text-align: right;">4</td></tr> <tr><td>&lt; 45°</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>&lt; 9°</td><td style="text-align: right;">-1</td></tr> <tr><td>Flexo 10° - 19°</td><td style="text-align: right;">-2</td></tr> <tr><td>Flexo &gt; 20°</td><td style="text-align: right;">-3</td></tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Acidente inicial</b></p> <p>Data:</p> <p>Desporto:</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Intervenção:</b></p> <p>Data:</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Resultado subjectivo</b></p> <p>Muito satisfeito</p> <p>Satisfeito</p> <p>Descontente</p> <p>Decepcionado</p> </div>	Flexão normal	9	< 130°	8	< 110°	7	< 100°	6	< 90°	5	< 70°	4	< 45°	3	< 9°	-1	Flexo 10° - 19°	-2	Flexo > 20°	-3
Normal	6																																																																																																					
Apreensão	5																																																																																																					
Acidente de instabilidade ocasional	3																																																																																																					
Acidente de instabilidade frequente	0																																																																																																					
Normal	3																																																																																																					
Instab. ocasional mudando de direcção	2																																																																																																					
Marcha possível, salto não	1																																																																																																					
Marcha impossível	0																																																																																																					
Normal	3																																																																																																					
Instab. ocasional em terreno irregular	2																																																																																																					
Instab. frequente em terreno irregular	1																																																																																																					
Instabilidade em terreno plano	0																																																																																																					
Normal	3																																																																																																					
Instabilidade ocasional	2																																																																																																					
Instabilidade constante	1																																																																																																					
Impossível	0																																																																																																					
Nenhuma	3																																																																																																					
Uma canadiana exterior	2																																																																																																					
Uma canadiana interior	1																																																																																																					
Duas canadianas	0																																																																																																					
Sem limitação de duração	3																																																																																																					
Efeitos secundários	2																																																																																																					
Limitação de duração	1																																																																																																					
Dor e hidrartrose imediata	0																																																																																																					
Nunca	3																																																																																																					
Ocasional	2																																																																																																					
Frequente	1																																																																																																					
Permanente	0																																																																																																					
Nula	3																																																																																																					
Moderada, ocasional	2																																																																																																					
Importante, descontínua	1																																																																																																					
Permanente com a marcha	0																																																																																																					
Ilimitado	3																																																																																																					
Limitado (> 1500 m)	2																																																																																																					
Limitado (< 1500 m)	1																																																																																																					
Limitado ao interior	0																																																																																																					
Nenhuma	3																																																																																																					
Ajuda ligeira das mãos	2																																																																																																					
Ajuda indisponível das mãos	1																																																																																																					
Impossível	0																																																																																																					
Flexão normal	9																																																																																																					
< 130°	8																																																																																																					
< 110°	7																																																																																																					
< 100°	6																																																																																																					
< 90°	5																																																																																																					
< 70°	4																																																																																																					
< 45°	3																																																																																																					
< 9°	-1																																																																																																					
Flexo 10° - 19°	-2																																																																																																					
Flexo > 20°	-3																																																																																																					

Resultado global	
Excelente (≥ 28)	Mesmo desporto e nível de actividade
Bom (25-27)	Mudança de desporto ou menor nível de actividade
Médio (22-24)	< de 2 categorias
Mau (≤ 21)	Sem desporto, sem melhoria quotidiana

Escala 1 — Avaliação dos joelhos operados

artroscopia, tendo nove meses de seguimento mínimo e 23 meses de seguimento máximo pós-operatório.

Dos casos operados, 30% tinham dor no local da colheita do enxerto e 10% apresentavam crepitação rotuliana incomodativa. Em seis casos (12%), existia défice de extensão superior a 5°, e por isso foram submetidos a cirurgia artroscópica para abertura da chanfradura intercondiliana, sendo retirado ciclope em dois. A nenhum dos casos reoperados tinha sido aplicado tendão quadricipital. Nos 20 joelhos operados com TQ, apenas houve dois casos com défice de extensão, um de 5° e outro de cerca de 8°. Neste último, o doente tinha dor quando se tentava a extensão total e o RX em extensão máxima revelou conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura intercondiliana. O doente não quis ser reoperado, correspondendo este caso ao que foi considerado razoável. Nenhum dos doentes operados com TQ tinha queixa de tipo rotuliano.

A avaliação pela escala ARPEGE-CLASS revela resultados superiores quando utilizado o TQ (Gráfico 14, 15). De referir que 90% dos doentes com

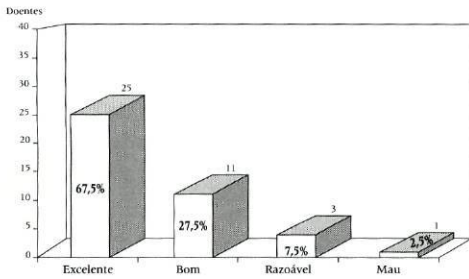


Gráfico 14 — Resultados funcionais globais. Reconstrução com OTO

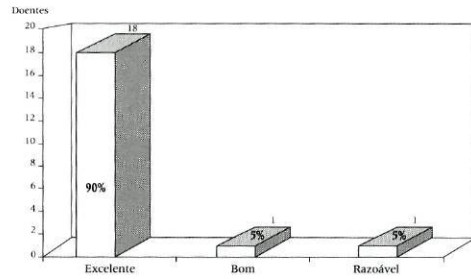


Gráfico 15 — Resultados funcionais globais. Reconstrução com TQ.

queixas tinham sido operados com OTO por mini-artromia, o que leva a pensar que a agressão da bolsa de Hoffa, as sequelas na rótula e no TR e a exposição da cartilagem ao ar possam ser responsabilizados pela grande percentagem de resultados negativos.

Efectuou-se RM em 40 doentes, 20 operados com OTO e 20 operados com TQ. A correlação dos dados clínicos com as imagens obtidas leva a concluir que com a reconstrução por artroscopia com TQ se obtêm resultados superiores (Fig. 65).

Todos os doentes da amostra foram operados não de acordo com os critérios de Clancy (1), nomeadamente quanto aos locais de implantação do neo-LCA, adoptados pelo autor até 1995, mas sim já de acordo com os estudos que efectuou no cadáver e com a experiência obtida pelo estudo dos casos complicados. Isto permitiu reduzir o número de complicações, designadamente o défice de extensão. No entanto, embora bastante menos, subsistem ainda casos de insucesso que justificam a continuação destes estudos.

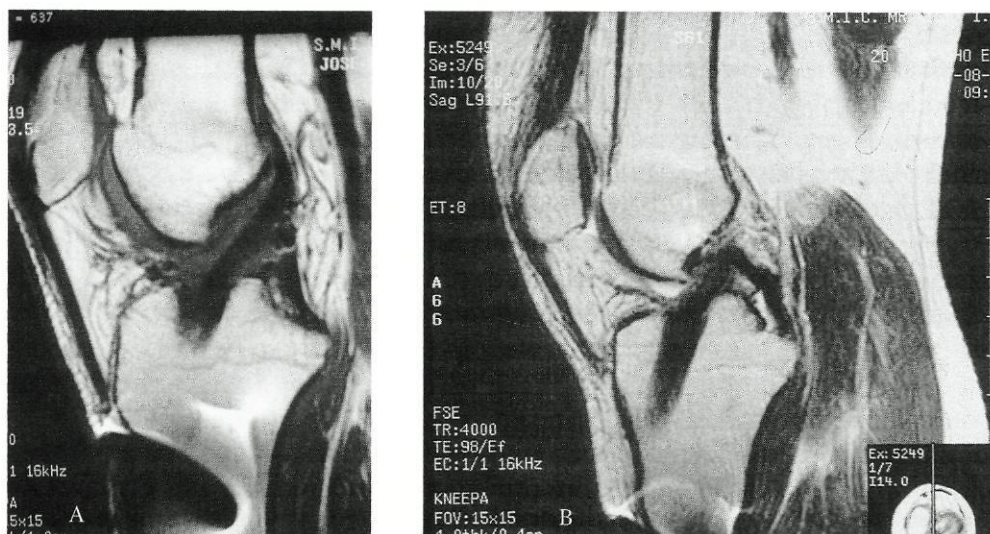


Fig. 65 A, B — Neo-LCA com tendão quadricipital.

RM. Corte sagital, T2. A) Neo-LCA com aparência e orientação normais. B) Integração normal do enxerto de tendão quadricipital no túnel ósseo tibial

## Referências

1. **Clancy WG, Nelson DA, 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)* 64A: 352-356, 1982.
2. **Fu FH.** *Annual Meeting - American Academy of Orthopaedic Surgeons (abstr)*. S. Francisco, Fev. 1997.
3. **Jonathan I, Franklin MD, Thomas D, Rosenberg MD, Paulos L, Paul France PH.** Radiographic assessment of instability of the knee due to rupture of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 73-A, n.º 3, 365-372, March 1991.
4. **Johnson R.** *III Jornadas Barcelonesas de Rodilla (abstr)*, Outubro 1998.

# RESUMO E CONCLUSÕES

## 1. Resumo

O principal objectivo do nosso trabalho consistiu em tentar contribuir para a melhoria da qualidade dos resultados da ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior (LCA).

O elevado número de reconstruções do LCA justifica a continuação do estudo das ligamentoplastias, partindo do conhecimento aprofundado da anatomia e da biomecânica para uma execução técnica mais correcta, com especial ênfase no respeito pela isometria.

As complicações da reconstrução do LCA que o autor encontrou em casos operados por ele e por outros cirurgiões conduziram a uma investigação meticolosa clínica e radiológica.

O défice de extensão quase sempre se deve ao conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura e/ou à interposição de ciclope ou de nódulo intra-articular entre a tibia e o fémur. No presente, é quase automaticamente assumido que as Novas Modalidades de Imagem (NMI) dispensam a radiologia convencional, mas no nosso estudo verificámos que o RX de perfil correcto em extensão máxima se revelou de grande utilidade na apreciação dos locais intra-articulares de inserção do neo-LCA. No entanto, a RM é o melhor meio para demonstrar a causa do conflito, permitindo verificar a existência de ciclope ou de nódulo intra-articular. O défice de flexão quase sempre é causado pela inserção muito anterior do neo-LCA no fémur, relativamente à inserção original do LCA, bem revelado no RX simples.

Recorre-se ainda demasiadas vezes à manipulação sob anestesia nos casos de défice de mobilidade após a reconstrução do LCA, mais frequentemente dirigida ao défice de flexão, quase sempre por incorrecta implantação do neo-LCA. Nestes casos, o ganho de flexão acompanha-se de distensão ou de rotura do neo-ligamento, quase sempre associadas a lesões cartilagueas.

A opção por cadáveres humanos para realizar estudos de isometria e de isotonia deve-se ao facto de se ter considerado que os principais factores mecânicos estavam preservados, podendo fazer-se uma transposição dos resultados para o vivo com fiabilidade apreciável.

O referido estudo mostrou que a implantação do neo-LCA nos locais de inserção original do LCA — Fémur-Centro da inserção original (FC) e Tibia-Centro da inserção original (TC), com fixação do enxerto ligamentar junto da inserção original — Fémur-orifício Intra-Articular do túnel (FIA) e Tibia — orifício Intra-Articular do túnel (TIA), causa a menor variação de tensão e de comprimento durante a mobilização do joelho e raramente causa défice de extensão por conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura.

O estudo histológico dos vários tipos de enxerto colhidos do cadáver, passíveis de serem utilizados na reconstrução do LCA, revelou vantagens para a escolha do tendão quadrícipital (TQ), que, na opinião do autor, é mais conve-

niente que o enxerto mais vulgarmente utilizado, o osso-tendão osso (OTO), pela menor morbidade, pela boa resistência e, de um modo geral, pelos bons resultados que com ele são obtidos.

Foi referido o efeito nefasto da tensão excessiva do neo-ligamento. Nos casos operados pelo autor, o neo-ligamento foi fixado sob tensão de cerca de 30 Newtons, com joelho em flexão de 0°, após pré-tensionamento, revelando-se suficiente para a estabilização articular.

A cirurgia de revisão da reconstrução do LCA requer experiência prévia na cirurgia de reconstrução original, e deve ser cuidadosamente programada, incluindo o alerta do doente para a eventual necessidade de segundo tempo cirúrgico.

A recuperação fisiátrica após a reconstrução do LCA é mais bem orientada se existir estrita colaboração entre o cirurgião e o fisiatra. A apreciação da evolução dos padrões de recrutamento muscular é fundamental.

## 2. Conclusões

1. A revisão dos casos operados para reconstrução do LCA, através do estudo clínico, radiográfico e da RM, permitiu encontrar algumas causas de insucesso, conduzindo ao estudo no cadáver, com o objectivo de melhorar a qualidade da ligamentoplastia do LCA.

2. O autor estudou no cadáver os locais de implantação e de fixação do enxerto ligamentar para a reconstrução do LCA. Concluiu que a implantação do neo-LCA nos locais de inserção original do LCA — Fémur-Centro da inserção original (FC) e Tíbia — Centro da inserção original (TC) e com fixação junto dos orifícios intra-articulares — Fémur-orifício Intra-Articular do túnel (FIA) e Tíbia-orifício Intra-Articular do túnel (TIA), é a que gera menor variação de tensão e de comprimento e menor probabilidade de conflito com o tecto da chanfradura intercondiliana.

3. A realização do túnel femoral independentemente do túnel tibial foi a que permitiu obter mais facilmente a inserção femoral do neo-LCA junto da inserção original do LCA.

4. Nos doentes com rotura do LCA, a medição per-operatória das variações de tensão e do comprimento do neo-LCA orienta o posicionamento do enxerto e permite estabelecer o esquema fisiátrico adequado.

5. Decorrente dos estudos no cadáver e da prática clínica, a fixação do enxerto pré-tensionado com tensão média de 30 Newtons, com o joelho a 0° de flexão, é suficiente para a estabilização articular.

6. O enxerto de tendão quadricipital para a reconstrução do LCA ou para a revisão de ligamentoplastia do LCA dá melhores resultados que o enxerto livre OTO.

7. Nos casos de rotura proximal do LCA e aderência ao LCP, o LCA roto deve ser mantido e o túnel tibial efectuado no meio da inserção original do LCA para preservar a proprioceptividade.

8. O RX de perfil correcto em extensão máxima é útil para detectar o local dos orifícios intra-articulares dos túneis ósseos e daí a possibilidade de conflito do neo-LCA com o tecto da chanfradura.

9. A RM é o melhor meio de diagnóstico das causas de défice de extensão após a reconstrução do LCA.

10. A electromiografia de superfície é útil na recuperação funcional dos doentes operados ao LCA, permitindo orientar o trabalho sobre os vários grupos musculares.

A avaliação isocinética torna-se indispensável para a quantificação objectiva da força muscular, nomeadamente a relação quadricípede/isquiotibiais.

# SUMMARY AND CONCLUSIONS

## 1. Summary

The purpose of this work is to contribute to the improvement of the results of the anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction.

The high number of failures of this surgery implies that the study of this matter should carry on. To achieve the appropriate surgical technique, it is an absolute requirement to plunge into the anatomy and biomechanics with special emphasis on isometry.

In the experience of the author and other surgeons, the assumption of the high number of complications after ACL reconstruction lead to a meticulous clinical and radiological investigation.

The deficit of extension is almost always due to the attrition between the neo-ACL and the roof of the intercondylar notch and/or to the interposition of the ciclop or of intra-articular nodule between the tibia and femur.

Presently, it is almost automatically assumed that the New Modalities of Imaging (NMI) make useless the conventional radiology, but in our study we verified that the lateral X-ray of the knee in full extension was of great utility to evaluate the intra-articular locations of the insertion of the neo-ACL. Nevertheless, MRI is the best method to demonstrate the existence of ciclop or intra-articular nodule. The deficit of flexion of the knee is almost always related to an insertion in an anterior location on the femur to the original insertion of the ACL, which is well shown on plain X-ray.

Manipulation under anesthesia to give solution to deficit of mobility after reconstruction of ACL is still used too many times. More often, it is used in cases of deficit of flexion. The gain of flexion means stretching or rupture of the neo-ligament, generally associated with injuries of the cartilage.

The option of performing studies on isometry and isotony in human cadavers is based on the fact that the mechanical factors are preserved without significant alterations and the correlation to the living can be done with appreciable reliance.

The study demonstrated that the implantation of the neo-ACL on the original locations of insertion of the ACL - Femur-Center of original insertion (FC) and Tibia-Center of original insertion (TC), with fixation of the ligament graft near the original insertion - Femur-Intra-articular orifice of the tunnel (FIA) and Tibia-Intra-articular orifice of the tunnel (TIA), caused a smaller variation of tension and length during mobilisation of the knee and rarely deficit of extension due to attrition between the neo-ACL and the roof of the intercondylar notch.

The histological study of the different grafts obtained from the cadaver and able of being used in the reconstruction of the ACL revealed, in the opinion of the author, that the quadricipital tendon (QT) was the most appropriate, even more than the most commonly used, bone-patella-tendon-bone (BTB), because of its better resistance and lower morbidity.

In the author cases, the neo-ligament, after pretensioning, has been fixed under a tension of approximately 30 newtons in 0° flexion of the knee. This tension revealed to be sufficient for the articular stabilisation.

The surgery of the revision of the ACL reconstruction requires previous experience on surgery of the original reconstruction and should be carefully programmed, and the patient should be informed that a second surgery may be necessary.

The physiatric treatment after reconstruction of the ACL is better planned if a straight collaboration between the surgeon and the physiatra exists. Following up the recruiting of muscular patterns is fundamental.

## 2. Conclusions

1. The review of cases of surgical reconstruction of the ACL, through clinical study, X-ray and MRI, revealed some causes of failure, leading to the study on the cadaver post-mortem study, with the aim of improving the quality of ACL ligamentoplasty.

2. The author undertook a post-mortem study on the ligamental graft insertion and fixation sites for ACL reconstruction. It was concluded that the implantation of the neo-ACL graft in the original ACL insertion sites - Femoral-Centre (FC) and Tibial-Centre (TC) of original insertion, with fixation at the intra-articular orifices - Femoral Intra-Articular orifice (FIA) and Tibial Intra-Articular orifice (TIA) - gave least variation in tension and length with less likelihood of impingement on the roof of the intercondylar notch.

3. The femoral tunnel was made separately from the tibial tunnel, enabling easier femoral insertion of the neo ACL near the original ACL insertion site.

4. In patients with ACL rupture, quantification of variations in tension and length of the neo-ACL during surgery guides the positioning of the graft and permits a proper physiatric schema.

5. According to post-mortem studies and clinical findings, fixing the pretensioned graft with an average tension of 30 Newtons, with the knee in 0° flexion, is enough for articular stabilisation.

6. Quadricipital tendon graft for ACL reconstruction or for revision of ACL ligamentoplasty gives better results than free OTO graft.

7. In cases of proximal rupture of the ACL with adhesion to the PCL the ruptured ACL should be retained and the tibial tunnel made in the middle of original ACL insertion to preserve proprioceptivity.

8. It is useful to have an accurate X-ray at maximum extension to locate the intra-articular orifices of the bone tunnel, and thus to assess the possibility of impingement of the neo-ACL on the roof of the notch.

9. MRI is the best diagnostic tool for detecting the causes of extension loss after ACL reconstruction.

10. Surface electromyography is useful to the recovery of function in patients after ACL reconstruction as it allows the work of several groups of muscles to be monitored.

Isokinetic evaluation is essential for objective quantification of muscle strength, particularly with respect to the quadriceps/ischio-tibial relation.

*Depósito Legal*  
N.º 137654/99

*Paginação e Impressão*  
Tip. Minerva — Vila do Conde