



Artigo de atualização

Ligamento cruzado anterior – Artigo de atualização[☆]



Marcus Vinicius Malheiros Luzo, Carlos Eduardo da Silveira Franciozi*, Fernando Cury Rezende, Guilherme Conforto Gracitelli, Pedro Debieux e Moisés Cohen

Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Grupo do Joelho, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 30 de junho de 2015

Aceito em 2 de julho de 2015

On-line em 17 de dezembro de 2015

Palavras-chave:

Ligamento cruzado anterior

Ligamento patelar

Instabilidade articular

Joelho

Procedimentos cirúrgicos

reconstrutivos

R E S U M O

Este artigo de atualização sobre ligamento cruzado anterior (LCA) visa abordar alguns dos tópicos mais interessantes e atuais sobre o tema. Dentro dessa abordagem estratificada incluem-se as seguintes seções: remanescente do LCA; ligamento anterolateral e reconstruções extra-articulares combinadas a intra-articulares; dispositivos de fixação; técnicas de confecção do túnel femoral.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Anterior cruciate ligament – Updating article

A B S T R A C T

This updating article on the anterior cruciate ligament (ACL) has the aim of addressing some of the most interesting current topics in this field. Within this stratified approach, it contains the following sections: ACL remnant; anterolateral ligament and combined intra and extra-articular reconstruction; fixation devices; and ACL femoral tunnel creation techniques.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Anterior cruciate ligament

Patellar ligament

Joint instability

Knee

Reconstructive surgical procedures

[☆] Trabalho desenvolvido na Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Grupo do Joelho, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: cacarlos66@hotmail.com (C.E.S. Franciozi).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.07.008>

0102-3616/© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

O ligamento cruzado anterior (LCA) é um dos principais tópicos investigados na ortopedia atual. Devido a novas tendências, como o conceito da chamada reconstrução anatômica reforçado na última década, novo ímpeto foi dado aos estudos desse ligamento com importantes avanços e novidades. Apoiado na ciência básica, o remanescente do LCA vem tendo cada vez mais destaque na cirurgia reconstrutiva, porém, ainda falta um consenso sobre as diferentes reconstruções com sua preservação, tópico esse que será abordado neste artigo. O tão falado novo ligamento do joelho, o ligamento anterolateral, recentemente recebe destaque e explica antigos conceitos e teorias que justificam seu maior efeito restritivo ao pivô devido ao maior braço de alavanca em relação à posição central do LCA. Elucida com isso parte da biomecânica das reconstruções e dos reforços extra-articulares. A ortopedia acompanha o avanço da medicina e uma miríade de dispositivos de fixação encontra-se ao alcance do cirurgião, que, frente a tamanha diversidade, deve trabalhar seu conhecimento sobre as peculiaridades, vantagens, desvantagens e comparações entre cada um. Por fim, impulsionadas também pelo redescobrimento da anatomia do LCA, diferentes técnicas de confecção do túnel femoral vêm sendo desenvolvidas, cada qual com suas características, fazendo-se mister uma análise detalhada das opções mais usadas.

Com isso, este artigo sobre o LCA visa a abordar alguns dos tópicos mais interessantes e atuais sobre o tema. Dentro dessa abordagem estratificada, incluem-se as seguintes seções: remanescente do LCA; ligamento anterolateral e reconstruções extra-articulares combinadas a intra-articulares; dispositivos de fixação; técnicas de confecção do túnel femoral.

Remanescente do ligamento cruzado anterior

Lesões parciais do LCA são frequentes (5-38%) e recentemente tem sido dada mais importância às fibras remanescentes visando-se preservá-las e incorporá-las na reconstrução do LCA. A reconstrução do LCA com preservação do remanescente supostamente otimiza a ligamentização, já que as fibras remanescentes funcionais protegem biomecanicamente o enxerto, o envelope sinovial vascularizado do remanescente contribui para a vascularização do enxerto, o mecanismo de válvula criado pelo tecido remanescente no túnel impede a entrada do líquido sinovial e diminui o alargamento do túnel e os mecanorreceptores presentes no remanescente, conforme demonstraram estudos histológicos, auxiliam na propriocepção.¹⁻¹²

A definição de cirurgia de reconstrução do LCA (RLCA) com preservação do remanescente é controversa porque envolve três procedimentos distintos agrupados sob a mesma terminologia: reconstrução seletiva de uma única banda (SBA – *selective bundle augmentation*: RLCA em uma lesão parcial que envolve somente a banda posterolateral ou anteromedial); reforço (AG – *augmentation*: RLCA em uma lesão parcial que envolve uma ou as duas bandas com tecido remanescente funcional); preservação do remanescente não funcional

(NFRP – *nonfunctional remnant preservation*: RLCA em uma lesão completa que envolve ambas as bandas com tecido remanescente não funcional). A definição de funcional ou não funcional, relativa às fibras remanescentes, deve ser feita artroscopicamente por palpação com o *probe*, com o joelho em 90° flexão e também na posição em “figura do 4”.¹

Para a classificação artroscópica da lesão do LCA que envolve o remanescente, é recomendada uma abordagem estagiada que avalia a presença ou ausência de tecido remanescente, sua morfologia e sua funcionalidade. Essa abordagem estagiada envolve (fig. 1):

1. Tecido remanescente: ausente, presente.
2. Tipo morfológico do remanescente: coto tibial (I), cicatrizado no LCP (II), cicatrizado no teto intercondilar (III), padrão não identificável cicatrizado ao côndilo femoral lateral (IV), banda anteromedial (V), banda posterolateral (VI).
3. Funcionalidade do remanescente: funcional, não funcional.

Depois da RLCA, os passos de 1 a 3 devem ser repetidos, já que, durante a reconstrução, parte do tecido remanescente pode ser lesionada e alterar seu status inicial. Feito isso, é determinado o tipo de reconstrução que preserva o remanescente: SBA, AG ou NFRP. Feita a passagem final do enxerto, deve ser estimada e documentada a porcentagem de cobertura do enxerto pelo tecido remanescente. É importante essa documentação da porcentagem estimada de cobertura do enxerto para avaliar seu possível papel na estabilidade e função pós-operatória, visto que alguns trabalhos já demonstram que uma maior cobertura é relacionada a melhores resultados¹³ (fig. 2).

Quanto à passagem do enxerto com preservação do remanescente, ela pode ser feita de duas maneiras principais. O enxerto pode ser passado pela periferia do *footprint* tibial, preservando o tecido remanescente e sendo passado lado a lado com ele. Mantêm-se assim as fibras remanescentes funcionais e suas inserções (fig. 3A e B). Ou o enxerto pode ser passado pelo centro do *footprint* tibial e ser envolvido pelo tecido remanescente, que funcionará como um invólucro biológico (*sleeve*), seja tanto pela bainha sinovial (*synovial sheath*) remanescente como pelo tecido ligamentar remanescente ou ambos (fig. 3C e D). Dessa última maneira, recomenda-se ir gradualmente alargando-se o túnel tibial com brocas sucessivamente maiores até o diâmetro final escolhido, com cuidado para parar a progressão das brocas no momento em que elas irrompem o platô tibial, para permanecer, assim, no interior do remanescente. Quando isso acontece, tem-se a impressão de o tecido remanescente do LCA estar “sambando” devido à ação da broca dentro do invólucro do remanescente. Feito isso, cria-se um caminho dentro do invólucro remanescente com o *shaver* que o abre proximalmente, mantém todo o tecido da periferia e cria-se apenas um trajeto central, para poder passar o enxerto.¹⁴

O posicionamento do túnel femoral é mais difícil nas três técnicas que preservam o remanescente em relação à cirurgia convencional em que se desbrida o túnel e, por vezes, recomenda-se a radioscopia intraoperatória para confirmação do posicionamento correto do túnel quando necessário.^{2,15,16}

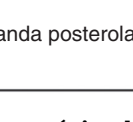
Passo 1 Tecido remanescente	Ausente
	Presente
Passo 2 Tipo morfológico do remanescente	Coto tibial (I) 
	Cicatrizado no LCP (II) 
	Cicatrizado no teto intercondilar (III) 
	Padrão não identificável cicatrizado ao côndilo femoral lateral (IV) 
	Banda anteromedial (V) 
	Banda posterolateral (VI) 

Figura 1 – Classificação artroscópica do remanescente do LCA.

A proteção biomecânica do enxerto pelas fibras remanescentes funcionais intactas é uma vantagem na SBA e AG, mas não na NFRP.^{3,17} Diversos estudos avaliam o potencial de melhor estabilidade com preservação do remanescente, seja por meio da proteção mecânica direta pelas fibras funcionais, seja por

meio da melhor vascularização do enxerto e do aprimoramento do processo de ligamentização. Acredita-se que a SBA proporcione melhor estabilidade, seguida pela AG, a NFRP está em último lugar nesse quesito.¹⁻¹² O alargamento do túnel é causado por citocinas e agentes inflamatórios presentes no

Tecido remanescente	Tipo de reconstrução recomendada	Porcentagem de cobertura do enxerto pelo tecido remanescente
Ausente	Convencional	
Banda simples funcional remanescente presente	SBA	
Remanescente funcional presente	AG	Porcentagem estimada
Remanescente não-funcional presente	NFRP	Porcentagem estimada

Figura 2 – Tipo de reconstrução do LCA que preserva o remanescente recomendada.

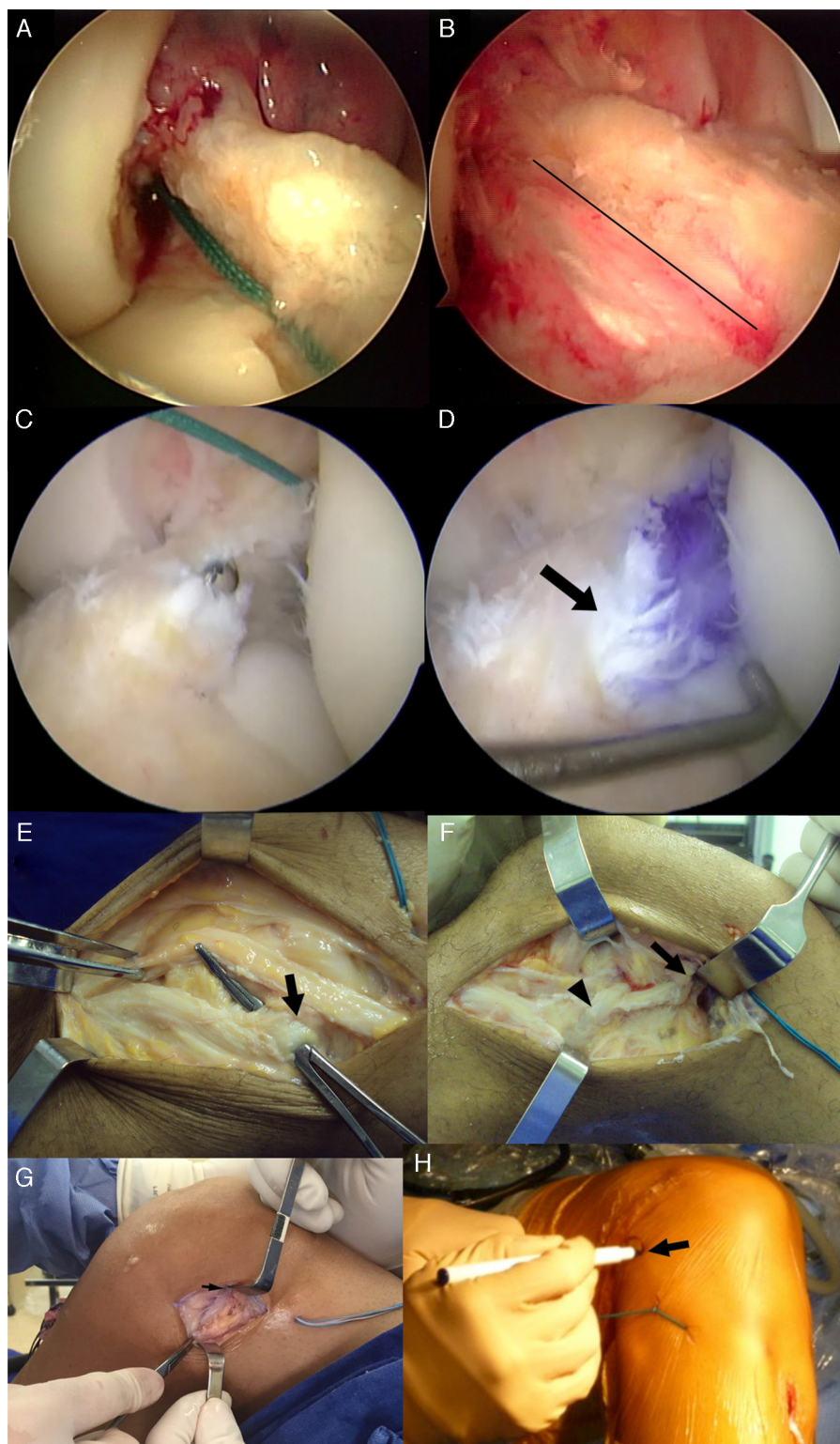


Figura 3 – Reconstruções LCA que envolvem conceitos atuais de preservação do tecido remanescente e reforço extra-articular com fita do trato iliotibial (*monoloop*) e reconstrução do ligamento anterolateral.

A: Lesão do LCA com tecido remanescente presente. Tipo morfológico: cicatrizado no teto intercondilar (III). Funcionalidade do remanescente (avaliada com probe): funcional. Fio Ethbond número 5 passado do túnel femoral para o túnel tibial que demonstra preservação do tecido com túnel tibial feito na periferia do footprint e que preserva o remanescente. O enxerto será passado lado a lado com ele mantendo-se, assim, as fibras remanescentes funcionais e suas inserções tibial e femoral.

B: Reconstrução do LCA que preserve o remanescente tipo reforço. AG –*augmentation*: RLCA em uma lesão parcial que envolve uma ou as duas bandas com tecido remanescente funcional. Porcentagem estimada de cobertura do enxerto pelo tecido remanescente: 30%. A linha separa o enxerto na região inferior e o remanescente na porção superior.

líquido sinovial pós-operatório e é mais comum na tibia devido à gravidade. A RLCA que preserva o remanescente comprovadamente diminui o alargamento do túnel em relação à RLCA convencional com desbridamento do remanescente, em virtude do mecanismo de válvula criado que impede ou diminui a entrada do fluido sinovial.^{6,12} Diversos estudos enfatizam o potencial de melhor revascularização do enxerto ao se preservar o remanescente. Um ensaio clínico randomizado que usou ressonância magnética demonstrou realmente a aceleração desse processo, o que certamente aprimora a ligamentização.⁸

Alguns estudos falam a favor do potencial benéfico da preservação do tecido remanescente no processo de ligamentização, principalmente da sinóvia desse tecido como potencial fonte de células mesenquimais. Esse potencial é inversamente proporcional à cronicidade da lesão e sugere melhores resultados quando a RLCA que preserva o remanescente for realizada nos casos mais agudos.¹⁸

Apesar da suposta vantagem da RLCA que preserva o remanescente demonstrada em diversos estudos com baixo nível de evidência, quando se avaliam os ensaios clínicos randomizados os resultados funcionais e de estabilidade são semelhantes, sendo somente por vezes, demonstrada superioridade quando se preserva o remanescente. Assim, são necessários novos estudos com maior amostragem, metodologia adequada e principalmente consenso na definição do tipo de RLCA que preserva o remanescente. São sugeridas a terminologia SBA, AG, NFRP e a metodologia aqui descrita.^{2,4,5,10,11,13,15-17}

Ligamento anterolateral e reconstrução combinada intra e extra-articular

O controle da estabilidade rotacional é tópico que atrai a atenção de experts da área da cirurgia de reconstrução do LCA. Ainda permanece incerto se as técnicas atuais de reconstrução artroscópica do LCA são suficientes para prover estabilidade rotacional em todos os casos de lesão desse ligamento, assim como não é completamente compreendido como se comportam os diferentes padrões de lesões do LCA.^{19,20}

Instabilidade rotacional persistente pós-reconstrução do LCA tem sido descrita e parece se correlacionar diretamente com diminuição na satisfação e déficit de ganho de função do joelho no pós-operatório.^{21,22} Além disso, mostrou-se que a falta de controle rotacional do joelho parece atuar como fator causal de novas lesões condrais e meniscais.²³

Essa discussão ganhou força após a crescente discussão acerca do ligamento anterolateral (LAL) do joelho, cuja lesão parece estar associada a alguns casos de lesão do LCA. Segundo foi quem primeiro descreveu esse ligamento, em 1879, como uma “banda fibrosa resistente” no compartimento anterolateral do joelho com uma característica singular de tensionar em rotação interna forçada.²⁴

Posteriormente, alguns autores sugeriram que essa estrutura se tratava apenas de um espessamento capsular do compartimento anterolateral.²⁵ Entretanto, alguns trabalhos já chamavam a atenção quanto à importância dessa porção

C: Lesão do LCA com tecido remanescente presente. Tipo morfológico: padrão não identificável cicatrizado ao côndilo femoral lateral (IV). Funcionalidade do remanescente (avaliada com probe): não funcional. Criado um caminho dentro do invólucro remanescente com o shaver que o abre proximalmente (ponta do shaver pode ser visualizada protruindo pelo meio do invólucro do remanescente). Mantém-se todo o tecido da periferia e cria-se apenas um trajeto central, para poder passar o enxerto.

D: Reconstrução do LCA preservando o remanescente tipo preservação do remanescente não funcional. NFRP – nonfunctional remnant preservation: RLCA em uma lesão completa que envolve ambas as bandas com tecido remanescente não funcional. Enxerto foi passado pelo centro do footprint tibial e envolvido pelo tecido remanescente, que funcionará como um invólucro biológico (sleeve), seja tanto pela bainha sinovial (synovial sheath) remanescente como pelo tecido ligamentar remanescente ou ambos. Porcentagem estimada de cobertura do enxerto pelo tecido remanescente: 60%. Seta demonstra saída do enxerto por dentro do remanescente.

E: Reforço extra-articular do LCA com faixa do trato iliotibial isolada (monoloop derivado e semelhante às técnicas extra-articulares de MacIntosh e Lemaire). É dissecado o 1/3 central do trato iliotibial com 1-1,5 cm espessura, mantida sua inserção distal e liberada sua inserção proximal. Essa é preparada com sutura tipo Krackow com fio Ethbond número 5. A pinça Kelly está passada profundamente ao ligamento colateral lateral (seta) para passagem da fita central do trato iliotibial após liberação proximal e preparo dela. O 1/3 central do trato iliotibial com 1-1,5 cm espessura já está confeccionado.

F: Fita central do trato iliotibial já passada profundamente ao ligamento colateral lateral (cabeça de seta) e inserida na inserção distal do septo intermuscular lateral do fêmur demonstrado na seta (um dos pontos preconizados para inserção dos reforços extra-articulares das reconstruções LCA) após teste de isometria satisfatório. O reforço é fixado com parafuso de interferência ou âncora com joelho a 90° flexão e rotação neutra após reconstrução e fixação do LCA. Nesse caso foi feita com enxerto quádruplo de flexores, túnel femoral outside-in (objetivando evitar conflito com túnel femoral para fixação do reforço extra-articular) e fixação com parafuso interferência absorvível no fêmur e na tibia. Caso demonstra reconstrução primária LCA e foi indicado reforço extra-articular devido à presença de pivô explosivo.

G: Reconstrução aberta do ligamento anterolateral com enxerto do grácil combinada com a reconstrução do LCA com enxerto triplo do semitendíneo. A seta demonstra a inserção femoral do ligamento anterolateral.

H: Reconstrução percutânea do ligamento anterolateral com enxerto do grácil combinada com a reconstrução do LCA com enxerto triplo do semitendíneo. A seta mostra origem femoral e o fio passado demonstra os túneis ósseos usados para inserção tibial do ligamento anterolateral. Nesse tipo de reconstrução, o enxerto é passado superficialmente ao ligamento colateral lateral.

do trato iliotibial. O nome ligamento anterolateral foi popularizado inicialmente em nosso meio e publicado nesta revista.²⁶ Trabalhos mais recentes trouxeram novamente à tona essa controvérsia ao definir essa estrutura como um ligamento distinto.²⁷⁻²⁹ Ademais, após testes biomecânicos, foi estabelecida uma estreita correlação entre sua lesão e a piora da estabilidade rotacional, definida através do teste do pivô positivo.^{25,30} A partir disso, defensores da associação entre lesões do LCA e LAL propuseram a necessidade da reconstrução combinada intra e extra-articular do LCA, o que parece razoável do ponto de vista biomecânico na promoção da estabilidade combinada anteroposterior e rotacional.^{28,31}

Em uma metanálise de ensaios clínicos randomizados publicada recentemente, comparamos técnicas de reconstrução isolada do LCA com técnicas de reconstrução combinada intra e extra-articular e, apesar dos resultados de escores funcionais semelhantes que foram obtidos entre os grupos, houve uma melhoria dos desfechos de estabilidade do joelho observados em ambos os testes do pivô e do Lachman.³² Taxas de rigidez do joelho, infecção e artrose do compartimento lateral, tal como se sugeriu aumentar em estudos prévios, não tiveram diferença entre os grupos de estudo de acordo com o tempo de seguimento avaliado.³²⁻³⁴ Entretanto, pela ausência de melhoria funcional com associação da reconstrução extra-articular, concluímos permanecer ainda incerto se esse ganho de estabilidade sobrepuja a morbidade associada ao incremento desse procedimento no aspecto anterolateral do joelho. Por outro lado, em nossa metanálise também foram incluídos estudos com técnicas de reconstrução extra-articulares possivelmente mais obsoletas e a compreensão mais aprofundada do LAL pode aprimorar e fornecer técnicas mais anatômicas e menos invasivas de reconstrução extra-articular e melhorar os resultados dessa cirurgia. Além disso, pudemos concluir ainda existir muito espaço para pesquisa nesse campo de associação de reconstrução intra e extra-articular do LCA, em relação a não somente a melhoria da técnica, como também com respeito aos grupos de indivíduos que se beneficiariam com o procedimento combinado. De fato, em publicação recente, Sonnerly-Cottet et al.³⁵ recomendaram quais os grupos de indivíduos apresentam indicação de reconstrução pela técnica combinada intra e extra-articular percutânea por meio da técnica descrita no seu artigo: pivô grau 2 ou 3, fratura de Segond, lesões crônicas do LCA, atividade esportiva de alto nível (ex: futebol, rúgbi, handebol e basquete) e radiografias que demonstram o *notch sign* no côndilo femoral lateral. Segundo esses critérios descritos pelo autor, a simples restauração do eixo central pela reconstrução isolada do LCA não seria o suficiente para restabelecer estabilidade rotacional e passaria a exigir um reforço periférico à reconstrução do pivô central.

Uma grande variedade de técnicas é descrita na literatura para reconstrução combinada intra e extra-articular do LCA.²⁸ Classicamente, tenodese com o uso de uma banda central da fascia lata é usada desde primórdios da reconstrução extra-articular isolada do LCA descrito por Lemaire³⁶ em 1967. Outros autores usaram técnicas menos invasivas com o prolongamento do enxerto de semitendíneo que passa pela posição *over the top* ou também como um prolongamento do túnel femoral da reconstrução intra-articular do LCA.³¹

Entretanto, tais técnicas baseiam-se mais no princípio de prover estabilização periférica do aspecto anterolateral do joelho do que propriamente em pontos anatômicos distintos que levam em consideração a estrutura do ligamento anterolateral. Portanto, o estudo aprofundado da anatomia do compartimento anterolateral do joelho é de suma importância tendo em vista o melhor entendimento das características anatômicas e de isometria do LAL, além da melhor opção de enxerto para sua reconstrução. Dessa maneira, pode-se tornar possível o surgimento de reconstruções que reproduzam a anatomia desse ligamento com menor morbidade cirúrgica, possivelmente melhorando os resultados. Mais estudos clínicos também serão necessários para determinar a real necessidade da reconstrução combinada dentro da população geral de indivíduos com lesão de LCA ou se somente grupos específicos de indivíduos se beneficiarão dessas técnicas, como, por exemplo, em casos de revisão de reconstrução do LCA, lesões crônicas ou quadros com excessiva instabilidade rotacional evidenciada por um teste de pivô explosivo ao exame físico (fig. 3E, F, G e H).

Dispositivos de fixação

Posto que o sucesso da reconstrução depende inequivocamente da posição do enxerto, o desenvolvimento de dispositivos de fixação que mantenham esse neoligamento na posição correta, apesar dos movimentos e das técnicas de reabilitação pós-operatórias, possibilita que essa reabilitação possa começar precoce e intensamente, sem perda desse posicionamento, o que, por sua vez, reduz o risco de complicações como artrofibrose, trombose venosa profunda, dentre outras. Um mecanismo de fixação adequado deve manter o enxerto firme no lugar objetivado durante pelo menos oito semanas, para que ele tenha a oportunidade de estabelecer continuidade com o tecido ósseo.³⁷ Atualmente, as técnicas vigentes podem ser subdivididas em: fixações intratúnel e extratúnel. Essas subdividem-se em técnicas suspensórias, transfemorais a cavaleiro e transfemorais transfixantes.³⁸ Aquelas são representadas pelos dispositivos de fixação por compressão/interferência junto à interface osso-enxerto.³⁹ Fato é que não há padrão ouro para a fixação do enxerto nas reconstruções do LCA.⁴⁰

Estudos biomecânicos compararam os diversos métodos de fixação sob diferentes óticas. Fixação em termos de força e rigidez contra alongamento foi favorável aos métodos suspensórios quando comparados com os métodos a cavaleiro e por compressão.⁴¹ O mesmo ocorre com o deslizamento do enxerto.⁴² A carga necessária para perda da fixação foi menor no parafuso de interferência quando comparado com os métodos extratúneis (*endobutton* e *cross-pin*).⁴² Em contrapartida, as fixações suspensórias têm complicações particulares, sejam elas o efeito *bungee* (ou pistonagem)⁴³ ou o “efeito parabrisa”.⁴⁴ Tais complicações podem potencialmente levar ao retardo na integração do enxerto no seu leito ósseo e ao alargamento do túnel ao longo do tempo, que pode complicar ou mesmo impossibilitar a revisão em um único tempo em caso de relesão. Nenhuma delas, contudo, pôde ser associada à piora dos parâmetros clínicos.

A fim de solucionar a questão, Colvin et al.⁴⁰ produziram uma metanálise (nível 1) que comparou métodos de fixação intratúnel (parafusos de interferência) versus extratúnel (*endobutton* e pinos transversos) para fixação de enxerto de tendões isquiotibiais na reconstrução do LCA. Assim, com as metodologias Cochrane e Quorum, selecionaram oito estudos, cinco foram incluídos na metanálise, ensaios clínicos randomizados. Após análise de dados, observaram que não há diferença entre os métodos de fixação para os desfechos referentes à função e qualidade de vida dentro do seguimento estipulado. Entretanto, quando o desfecho analisado foi falha de tratamento durante a cirurgia, a despeito da ausência de significância estatística (RR= 0,52; CI, 0,1794-1,3122; p=0,1542), observou-se clara tendência em favor do parafuso de interferência, o qual, em todos os estudos levantados, apresentou menor número de falhas.⁴⁰ Os autores sugerem que uma fixação mais próxima da articulação possa ser biomecanicamente favorável.⁴⁵ Saccomanno et al.,⁴⁶ analogamente, promoveram uma revisão sistemática (nível 1) e compararam a fixação suspensória (*endobutton*) com a fixação a cavaleiro (pino transverso). Cinco estudos (317 pacientes) foram incluídos após busca que seguiu, mais uma vez, os protocolos Cochrane. Os métodos de fixação não evidenciaram diferença no Lysholm ou IKDC (únicos em que metanálise pôde ser executada). Embora houvesse estatisticamente menor alargamento dos túneis com o uso dos pinos transversos, não houve repercussão clínica.⁴⁶

Em relação aos diferentes tipos de parafusos de interferência, Debieux et al.⁴⁷ compararam os metálicos com os diferentes tipos de parafusos bioabsorvíveis. Embora não houvesse diferença nos desfechos clínicos (Lysholm, IKDC, Tegner), o parafuso metálico apresentou estatisticamente menor número de falhas do implante e menor número de “falhas globais de tratamento” (quando se somam todas as falhas de tratamento analisadas). Assim, embora com eficiência semelhante, o metálico apresenta-se mais seguro. Claro que esses dados devem ser analisados à luz das limitações não aferidas (interferência em exames de imagem pós-operatórios e maior dificuldade em cirurgias de revisão com parafusos metálicos). Os autores encontraram ainda tendência (sem diferença estatística) de maior atividade inflamatória quando o material bioabsorvível foi o PGA e melhor Lysholm quando foi usado PLLA.

Faz-se necessária menção que a fixação femoral pode ser atingida de maneira apropriada sem qualquer método de fixação. Idealizada na França na década de 1980, a fixação por pressão (*press-fit*) consiste na confecção de um plug ósseo ligeiramente maior do que o túnel femoral. Esse plug é inserido no túnel sob pressão e fica preso em seu interior tal qual uma “rolha de champagne”. Sarzaem MM et al.⁴⁸ promoveram um ensaio clínico randomizado que comparou a fixação por pressão com o parafuso de interferência. Em um seguimento de 12 meses, 158 pacientes subdivididos em dois grupos não se evidenciou diferenças em qualquer dos desfechos avaliados (Lysholm, IKDC, KT-1000, Lachman, pivô).

Enfim, a despeito de haver pequenas diferenças biomecânicas entre os métodos, cada um dos supracitados evidenciou eficácia e eficiência na fixação do enxerto no período compreendido entre o pós-operatório e a ligamentização. Não obstante, deve-se atentar não apenas para a fixação

individual, tibial e femoral, mas para a relação entre elas, dado que uma discrepância muito grande entre os dois modelos de fixação pode gerar um elo fraco na reconstrução e, consequentemente, a sobreposição de um ponto sobre outro e, enfim, falha.⁴⁹

Técnicas de confecção do túnel femoral

Nos últimos anos, houve um aumento da indicação de técnicas independentes para perfuração do fêmur na reconstrução do LCA, representadas pela técnica *transportal* ou *inside-out* (TP), *outside-in* (OI) e *outside-in* retrógrado. Em 2013, a Canadian Orthopaedic Association relatou que 68% dos cirurgiões usam técnicas independentes para perfuração do fêmur e que somente 31% usam a técnica transtibial (TT).⁵⁰ Apesar dessa mudança de técnica na reconstrução do LCA na última década, ainda persiste dúvida sobre a superioridade clínica objetiva, subjetiva, bem como as vantagens biomecânicas das diferentes técnicas empregadas.

Riboh et al.⁵¹ publicaram uma revisão sistemática que incluiu seis ensaios clínicos randomizados (ECR). Quatro compararam OI versus TT e dois, TP versus TT. Nessa revisão, 26 estudos biomecânicos e estudos que analisaram o posicionamento do enxerto em cadáveres e *in vivo* também foram incluídos. Os resultados clínicos aferidos nos ECR não demonstraram diferenças entre as técnicas quando avaliados a incidência de falha, o IKDC objetivo e as escalas de atividades físicas, como Tegner. Quando avaliado pelo escore de Lysholm, discreta superioridade foi demonstrada a favor da TT. Porém, apesar de diferença estatística comprovada, não foi considerada clinicamente relevante (média: -0,62, IC 95%: -1,09 - -0,15). Os ECR demonstraram menor frouxidão anterior a favor das técnicas independentes quando aferidos por artrômetros em milímetros (média: 0,33, IC 95%: 0,10-0,55).⁵¹

Na mesma revisão, os estudos biomecânicos e de posicionamento do enxerto *in vivo* e em cadáveres incluídos demonstraram que a técnica independente, OI, também apresentou menor translação anterior quando aferida pelo Lachman (média: 2,2, IC 95%: 0.34-4.07), menor translação anterior com força de 134-N (média: 1,0, IC 95%: 0.29-1.71) e maior estabilidade rotacional (média: 3,36, IC 95%: 1.88-4.85) quando comparadas com a TT. As técnicas independentes também apresentaram túnel femoral mais oblíquo no plano coronal e sagital, o que resultou em maior semelhança entre as forças originais do LCA nativo, porém apresentaram maior risco de explosão da parede posterior do côndilo femoral lateral durante a perfuração.⁵¹

Recentemente, Robin et al.⁵² publicaram uma revisão sistemática sem metanálise que incluiu 10 estudos clínicos, 10 descrições de técnica cirúrgica, cinco estudos em cadáveres, um estudo de cinemática e uma revisão da literatura. A revisão identificou as vantagens e desvantagens das diferentes técnicas de reconstrução do LCA. Os principais resultados, além de outros apontados pelos autores do presente estudo, estão sumarizados na [tabela 1](#).

Rahr-Wagner et al.⁵³ compararam os resultados de diferentes técnicas de reconstrução do LCA do registro nacional dinamarquês, considerado um dos melhores e mais completos registros de dados médicos mundial. Nesse estudo

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens de cada técnica de confecção do túnel femoral

Técnica cirúrgica	Transtibial	Transportal	Outside-in	Outside-in retrógrado
Vantagens	Incisão única; menos invasiva do que dupla incisão	Permite acesso ao footprint das bandas anteromedial e posterolateral	Posicionamento femoral mais anatômico e previsível	Posicionamento femoral mais anatômico e previsível
	Enxerto com funcionamento mais isométrico ao longo do ADM	Túneis são independentes	Não necessita hiperflexão do joelho	Não necessita hiperflexão do joelho
	Maioria dos pacientes com Lachman estável	Colocação do parafuso de interferência de maneira paralela	Útil para técnicas epifisárias em pacientes esqueleticamente imaturos	Útil para técnicas epifisárias em pacientes esqueleticamente imaturos
	Eixos dos túneis femorais semelhantes ao do LCA que levam a menor chance de impacto enxerto-orifício do túnel e enxerto-intercôndilo	Reestabelece forças rotacionais naturais da fase de apoio e balanço da marcha	Menor risco de blow-out da parede posterior	Menor risco de blow-out da parede posterior
Desvantagens	Baixo risco colisão túneis reconstrução posterolateral associada	Permite preservação de bandas íntegras e reconstruções seletivas	Menor absorção óssea na interface osso-enxerto devido à pressão de contato distribuída de maneira mais homogênea nas paredes anterior e lateral	Incisão lateral menor quando compara com o outside-in clássico
	Grande comprimento do túnel	Possível usar técnicas all-inside Pode ser feita sem guias especiais Comprimento intermediário do túnel		
	O túnel tibial é dependente do túnel femoral	Dificuldade de visualização e alteração das referências superior, inferior, superficial e profundo com o joelho em hiperflexão	Necessidade de 2 incisões e aumento da morbidade cirúrgica	Tempo cirúrgico aumentado
	Túnel femoral fica mais anterior e vertical do que o posicionamento anatômico, pode gerar instabilidade rotacional	Maior risco de lesões condrais iatrogênicas	Pequeno comprimento do túnel	Custo aumentado devido a instrumental especial
	Enxerto verticalizado gera rotação femoral excessiva na fase de apoio da marcha	Maior chance de rotura da parede posterior do côndilo lateral	Risco de lesão iatrogênica origem ligamento colateral lateral	Túnel muito horizontalizado pode desgastar mais o enxerto
	Sulcoplastia por vezes necessária para visualização da origem femoral do LCA	Tecnicamente mais trabalhosa	Alto risco de colisão de túneis de reconstrução posterolateral associada	
		Maior índice de revisões Risco aumentado de lesão do nervo fibular Necessidade de um assistente para manter a hiperflexão do joelho durante a perfuração Risco intermediário de colisão de túneis de reconstrução posterolateral associada		

retrospectivo, 1.945 reconstruções TP e 6.430 reconstruções TT foram analisadas, incluindo como desfecho primário a falha determinada por revisão do LCA e desfechos secundários o teste do pivô e os escores funcionais (KOOS e Tegner). Risco significativamente aumentado de revisão do LCA pela TP foi registrado com risco relativo médio de 2,04 (95% CI: 1,39-2,99) quando comparado com a TT. Surpreendentemente, a TP também demonstrou risco relativo aumentado para o pivô com RR médio = 2,86 (95% CI: 2,40-3,41) e risco relativo aumentado para instabilidade anterior, com RR médio 3,70 (95% CI: 3,09-4,43). Além disso, não foi demonstrada diferença entre as técnicas quando avaliados os escores funcionais. Esse estudo apresenta algumas limitações, dentre elas estão os vieses de qualquer estudo retrospectivo da coleta de dados, além da provável curva de aprendizado dos médicos dinamarqueses relacionada à TP incluída no período de avaliação do estudo, devido à recente implantação naquele país.⁵³

O risco aumentado de revisão pela TP também foi levantado por um estudo de coorte prospectivo que comparou a técnica TP versus TT com enxerto patelar.⁵⁴ Outro artigo demonstrou que a reconstrução da banda AM de maneira anatômica submete o enxerto a maior tensão do que a banda AM em posição mais alta semelhante à atingida pela técnica TT. Portanto, o enxerto posicionado de maneira mais anatômica do que isométrica estaria sujeito a maior tensão e mais susceptível a rotura. Na TT o enxerto estaria submetido a menor tensão, porém teoricamente dissiparia a carga por outras estruturas intrarticulares, como menisco e cartilagem. Somente estudos prospectivos de longo prazo e aleatorizados serão capazes de demonstrar se as técnicas independentes de perfuração femoral serão capazes de evitar a degeneração articular e a artrose.⁵⁵ Entre outras possíveis explicações para o risco aumentado de ruptura pelas técnicas de perfuração independente, OI, estão os túneis femorais mais curtos, que geram menor integração entre o enxerto-osso e casos de *blow-out* da parede posterior do côndilo lateral que comprometem a integração do enxerto.⁵⁶⁻⁵⁸

Em suma, a reconstrução pelas técnicas independentes OI parece estar relacionada a maior controle rotacional e menor laxidão pós-operatória, apesar do maior índice de revisão descrito na literatura. No entanto, mais estudos clínicos controlados e aleatorizados são necessários para se determinar a superioridade de uma técnica sobre a outra.^{59,60}

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- da Silveira Franciozi CE, Ingham SJ, Gracitelli GC, Luzo MV, Fu FH, Abdalla RJ. Updates in biological therapies for knee injuries: anterior cruciate ligament. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2014;7(3):228-38.
- Colombet P, Dejour D, Panisset JC, Siebold R. French Arthroscopy Society. Current concept of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96 8 Suppl:S109-18.
- Crain EH, Fithian DC, Paxton EW, Luetzow WF. Variation in anterior cruciate ligament scar pattern: does the scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament-deficient knees? *Arthroscopy*. 2005;21(1):19-24.
- Buda R, Ruffilli A, Parma A, Pagliazzi G, Luciani D, Ramponi L, et al. Partial ACL tears: anatomic reconstruction versus nonanatomic augmentation surgery. *Orthopedics*. 2013;36(9):e1108-13.
- Dejour D, Ntigiopoulos PG, Saggin PR, Panisset JC. The diagnostic value of clinical tests, magnetic resonance imaging, and instrumented laxity in the differentiation of complete versus partial anterior cruciate ligament tears. *Arthroscopy*. 2013;29(3):491-9.
- Demirağ B, Ermutlu C, Aydemir F, Durak K. A comparison of clinical outcome of augmentation and standard reconstruction techniques for partial anterior cruciate ligament tears. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*. 2012;23(3):140-4.
- Dhillon MS, Bali K, Vasistha RK. Immunohistological evaluation of proprioceptive potential of the residual stump of injured anterior cruciate ligaments (ACL). *Int Orthop*. 2010;34(5):737-41.
- Gohil S, Annear PO, Breidahl W. Anterior cruciate ligament reconstruction using autologous double hamstrings: a comparison of standard versus minimal debridement techniques using MRI to assess revascularisation. A randomized prospective study with a one-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(9):1165-71.
- Hong L, Li X, Zhang H, Liu X, Zhang J, Shen JW, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation: a prospective, randomized controlled study. *Am J Sports Med*. 2012;40(12):2747-55.
- Muneta T, Koga H, Ju YJ, Horie M, Nakamura T, Sekiya I. Remnant volume of anterior cruciate ligament correlates preoperative patients' status and postoperative outcome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;21(4):906-13.
- Pujol N, Colombet P, Potel JF, Cucurulo T, Graveleau N, Hulet C, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction in partial tear: selective anteromedial bundle reconstruction conserving the posterolateral remnant versus single-bundle anatomic ACL reconstruction: preliminary 1-year results of a prospective randomized study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98 8 Suppl:S171-7.
- Zhang Q, Zhang S, Cao X, Liu L, Liu Y, Li R. The effect of remnant preservation on tibial tunnel enlargement in ACL reconstruction with hamstring autograft: a prospective randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(1):166-73.
- Nakamae A, Ochi M, Deie M, Adachi N, Shibuya H, Ohkawa S, et al. Clinical outcomes of second-look arthroscopic evaluation after anterior cruciate ligament augmentation: comparison with single- and double-bundle reconstruction. *Bone Joint J*. 2014;96-B(10):1325-32.
- Sonnery-Cottet B, Freychet B, Murphy CG, Pupim BH, Thaumat M. Anterior cruciate ligament reconstruction and preservation: the Single-Anteromedial Bundle Biological Augmentation (SAMBBA) technique. *Arthrosc Tech*. 2014;3(6):e689-93.
- Abat F, Gelber PE, Erquicia JJ, Pelfort X, Tey M, Monllau JC. Promising short-term results following selective bundle reconstruction in partial anterior cruciate ligament tears. *Knee*. 2013;20(5):332-8.
- Kazusa H, Nakamae A, Ochi M. Augmentation technique for anterior cruciate ligament injury. *Clin Sports Med*. 2013;32(1):127-40.
- Mifune Y, Ota S, Takayama K, Hoshino Y, Matsumoto T, Kuroda R, et al. Therapeutic advantage in selective ligament augmentation for partial tears of the anterior cruciate

- ligament: results in an animal model. *Am J Sports Med.* 2013;41(2):365-73.
18. Lee DH, Ng J, Chung JW, Sonn CH, Lee KM, Han SB. Impact of chronicity of injury on the proportion of mesenchymal stromal cells derived from anterior cruciate ligaments. *Cytotherapy.* 2014;16(5):586-98.
 19. Logan MC, Williams A, Lavelle J, Gedroyc W, Freeman M. Tibiofemoral kinematics following successful anterior cruciate ligament reconstruction using dynamic multiple resonance imaging. *Am J Sports Med.* 2004;32(4):984-92.
 20. Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Vasiliadis HS, Giakas G, Gergoulis AD. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(11):1323-9.
 21. Chouliaras V, Ristanis S, Moraiti C, Stergiou N, Georgoulis AD. Effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with quadrupled hamstrings and bone-patellar tendon-bone autografts: an in vivo study comparing tibial internal-external rotation. *Am J Sports Med.* 2007;35(2):189-96.
 22. Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, Hawkins RJ. Relationships between objective assessment of ligament stability and subjective assessment of symptoms and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004;32(3):629-34.
 23. Stergiou N, Ristanis S, Moraiti C, Georgoulis AD. Tibial rotation in anterior cruciate ligament (ACL)-deficient and ACL-reconstructed knees: a theoretical proposition for the development of osteoarthritis. *Sports Med.* 2007;37(7):601-13.
 24. Segond P. Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. Paris: National Library of France, 1879:1-85. Disponível em: <http://www.patrimoine.edilivre.com/recherches-cliniques-et-experimentales-surles-epanchements-sanguins-du-genou-par-entorse-parpaul-segond-segond-paul-ferdinand-dr-1879-ark-12148-bpt6k5712206r.html>.
 25. Hugston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(2):173-9.
 26. Cohen M, Vieira EA, Silva RT, Vieira ELC, Berlefin PAS. Estudo anatômico do trato iliotibial: revisão crítica de sua importância na estabilidade do joelho. *Rev Bras Ortop.* 2002;37(8):328-35.
 27. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013;223(4):321-8.
 28. Dodds AL, Halewood C, Gupta CM, Williams A, Amis AA. The anterolateral ligament: anatomy, length changes, and association with the Segond fracture. *Bone Joint J.* 2014;96(3):325-31.
 29. Helito CP, Demange MK, Bonadio MB, Tírico LE, Gobbi RG, Pécora JR, et al. Anatomy and histology of the knee anterolateral ligament. *Orthop J Sports Med.* 2013;1(7). DOI 2325967113513546. Disponível em: <http://ojs.sagepub.com/content/1/7/2325967113513546.full.pdf+html>.
 30. Monaco E, Ferretti A, Labianca L, Maestri B, Speranza A, Kelly MJ, et al. Navigated knee kinematics after cutting of the ACL and its secondary restraint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(5):870-7.
 31. Marcacci M, Zaffagnini S, Giordano G, Iacono F, Presti ML. Anterior cruciate ligament reconstruction associated with extra-articular tenodesis: a prospective clinical and radiographic evaluation with 10- to 13-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2009;37(4):707-14.
 32. Rezende FC, de Moraes VY, Martimbianco AL, Luzo MV, da Silveira Franciozi CE, Belloti JC. Does combined intra- and extraarticular ACL reconstruction improve function and stability? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(8):2609-18.
 33. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB Jr. Anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med.* 2001;29(3):272-9.
 34. Sonnerly-Cottet B, Archbold P, Zayni R, Bortolotto J, Thauinat M, Prost T, et al. Prevalence of septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction among professional athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39(11):2371-6.
 35. Sonnerly-Cottet B, Thauinat M, Freychet B, Pupim BH, Murphy CG, Claes S. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1598-605.
 36. Lemaire M. Ruptures anciennes du ligament croisé antérieur du genou. *J Chir.* 1967;93:311-20.
 37. Scheffler SU, Sudkamp NP, Gockenjan A, Hoffman RF, Weiler A. Biomechanical comparison of hamstring and patellar tendon graft anterior cruciate ligament reconstruction techniques: the impact of fixation level and fixation method under cyclic loading. *Arthroscopy.* 2002;18(3):304-15.
 38. Clark R, Olsen RE, Larson BJ, Goble EM, Farrer RP. Cross-pin femoral fixation: a new technique for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Arthroscopy.* 1998;14(3):258-67.
 39. McGuire DA, Barber FA, Elrod BF, Paulos LE. Bioabsorbable interference screws for graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1999;15(5):463-73.
 40. Colvin A, Sharma C, Parides M, Glashow J. What is the best femoral fixation of hamstring autografts in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(4):1075-81.
 41. Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Piras S, Manunta A, Fabbriani C. Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy.* 2006;22(6):660-8.
 42. Ahmad CS, Gardner TR, Groh M, Arnouk J, Levine WN. Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004;32(3):635-40.
 43. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):821-30.
 44. Kousa P, Jarvinen TL, Vihavainen M, Kannus P, Jarvinen M. The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2003;31(2):174-81.
 45. Rodeo SA, Kawamura S, Kim HJ, Dinybil C, Ying L. Tendon healing in a bone tunnel differs at the tunnel entrance versus the tunnel exit. *Am J Sports Med.* 2006;34(11):1790-800.
 46. Saccomanno MF, Shin JJ, Mascarenhas R, Haro M, Verma NN, Cole BJ, et al. Clinical and functional outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction using cortical button fixation versus transfemoral suspensory fixation: a systematic review of randomized controlled trials. *Arthroscopy.* 2014;30(11):1491-8.
 47. Debieux P, Franciozi CE, Lenza M, Faloppa F, Belloti JC, Tamaoki MJS. Bioabsorbable versus metallic interference screws for graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;4:1-5.
 48. Sarzaeem MM, Najafi F, Razi M, Najafi MA. ACL reconstruction using bone-patella tendon-bone autograft: press-fit technique vs. interference screw fixation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(7):955-62.
 49. Monaco E, Labianca L, Speranza A, Agrò AM, Camillieri G, D'Arrigo C, et al. Biomechanical evaluation of different

- anterior cruciate ligament fixation techniques for hamstring graft. *J Orthop Sci.* 2010;15(1):125-31.
50. Chechik O, Amar E, Khashan M, Lador R, Eyal G, Gold A. An international survey on anterior cruciate ligament reconstruction practices. *Int Orthop.* 2013;37(2):201-6.
 51. Riboh JC, Hasselblad V, Godin JA, Mather RC 3rd. Transtibial versus independent drilling techniques for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Am J Sports Med.* 2013;41(11):2693-702.
 52. Robin BN, Jani SS, Marvil SC, Reid JB, Schillhammer CK, Lubowitz JH. Advantages and disadvantages of transtibial, anteromedial portal, and outside-in femoral tunnel drilling in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015;31(7):1412-7.
 53. Rahr-Wagner L, Thillemann TM, Pedersen AB, Lind MC. Increased risk of revision after anteromedial compared with transtibial drilling of the femoral tunnel during primary anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish Knee Ligament Reconstruction Register. *Arthroscopy.* 2013;29(1):98-105.
 54. Alentorn-Geli E, Lajara F, Samitier G, Cugat R. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(8):1013-37.
 55. Xu Y, Liu J, Kramer S, Martins C, Kato Y, Linde-Rosen M, et al. Comparison of in situ forces and knee kinematics in anteromedial and high anteromedial bundle augmentation for partially ruptured anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2011;39(2):272-8.
 56. Golish SR, Baumfeld JA, Schoderbek RJ, Miller MD. The effect of femoral tunnel starting position on tunnel length in anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study. *Arthroscopy.* 2007;23(11):1187-92.
 57. Chang CB, Yoo JH, Chung BJ, Seong SC, Kim TK. Oblique femoral tunnel placement can increase risks of short femoral tunnel and cross-pin protrusion in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2010;38(6):1237-45.
 58. Lubowitz JH. Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket: pitfalls and solutions. *Arthroscopy.* 2009;25(1):95-101.
 59. Linko E, Harilainen A, Malmivaara A, Seitsalo S. Surgical versus conservative interventions for anterior cruciate ligament ruptures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;18(2):CD001356.
 60. Tiamklang T, Sumanont S, Foocharoen T, Laopaiboon M. Double-bundle versus single-bundle reconstruction for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;11:CD008413.