Rotura isolada do ligamento cruzado posterior

História Natural, Tratamento e Reabilitação

Joana Bento Rodrigues, Fernando Fonseca

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Portugal.

Joana Bento Rodrigues
Interna do Complementar de Ortopedia
Fernando Fonseca
Chefe de Serviço

Serviço de Ortopedia.
Hospital Universitário de Coimbra.
Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra. Portugal.
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Portugal.

Aceite em: 22 janeiro 2012

Tipo de estudo: Terapêutico

Nível de evidência: IV

Declaração de conflito de interesses:
Nada a declarar.

Correspondência:
Serviço de Ortopedia
Hospital da Universidade
Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra
Praceta Prof. Carlos Mota Pinto
3000 Coimbra
Portugal
joanabentorodrigues@gmail.com

RESUMO

Introdução: A história natural da rotura isolada do ligamento cruzado posterior (LCP) não está bem definida, permanecendo por esclarecer quais as indicações para tratamento conservador ou cirúrgico, com várias opções técnicas e de reabilitação disponíveis.

Objetivos: Compreender a história natural e aceder às mais recentes recomendações respeitantes ao tratamento e reabilitação da rotura isolada do LCP.

Fontes dos dados: Pesquisa (em setembro 2011) na Pubmed/Medline de "posterior cruciate ligament" – resultando em 3149 artigos – e consulta de bibliografia disponível. Na seleção dos artigos consideraram-se os títulos, resumos e/ou leitura dos artigos, de acordo com a sua pertinência.

Síntese dos dados: Constam 88 citações no artigo final, que incluem 2 livros de texto, 1 estudo controlado, 30 publicações dos últimos 10 anos (cerca de 77%); 3 estudos com níveis de evidência entre 1b e 3.

Conclusões: O prognóstico da rotura isolada do LCP varia. Há tendência à deterioração articular e funcional, no entanto, pelo seu potencial regenerativo, aconselha-se um segundo controlo aos seis meses após lesão. O tratamento conservador está indicado nas instabilidades grau 1 ou 2, permanecendo reserva quanto a atletas. A cirurgia reserva-se às lesões ligamentares múltiplas ou isoladas com instabilidade grau 3. Os enxertos com tendões isquiotibiais ou osso-tendão quadricipital têm sido usados com bons resultados, tal como a aplicação da técnica de encastoamento tibial; permanece por esclarecer eventual vantagem do duplo-feixe. Ainda em estudo estão os ligamentos sintéticos e o LCP transplantado, a preservação de fibras remanescentes, osteotomia tibial ou administração de inibidores seletivos do óxido nítrico.

Palavras chave:
Ligamento cruzado posterior, tratamento, evolução.

ABSTRACT

Introduction: The natural history of isolated posterior cruciate ligament (PCL) injuries is not determined. Indications for conservative or surgical treatment remain unclear and several options and techniques are available.

Objetives: To better understand the natural history of isolated PCL injuries and assess the current recommendations with regard to treatment and rehabilitation.

Sources: Search (in September 2011) in PubMed/Medline, using "posterior cruciate ligament" – resulting in 3,149 articles – and available literature consult. The title, abstract or all article relevance were considered in the selection.

Data Synthesis: The final paper comprises 88 references, including 3 textbooks, a controlled study, 30 publications of the last 10 years (about 77%), 3 studies with evidence levels between 1b and 3.

Conclusions: The prognosis of isolated PCL injuries varies. There is a tendency to degenerative joint disease and functional deterioration. However, for their regenerative potential, a second evaluation is recommended at six months after injury. Conservative treatment is indicated in grade 1 or 2 instabilities, remaining uncertain in athletes. Surgery is reserved to multiple ligament injuries or isolated grade 3 instabilities. Good results were achieved with hamstring tendon grafts or quadriceps tendon, as well as tibial inlay technique. Advantages in the use of double-bundle grafts remain unclear, contrasting to single-bundle. Synthetic and transplanted PCL are currently under study and the preservation of remaining fibers, tibial osteotomy or administration of inhibitors of nitric oxide were also suggested.

Key words:

Posterior cruciate ligament, treatment, evolution

INTRODUÇÃO

A história natural da rotura isolada do ligamento cruzado posterior (LCP) não está bem definida, sendo pouco frequentes estudos prospetivos sobre o assunto. A maioria engloba a generalidade das lesões – isoladas e associadas ou agudas e crónicas –, com tempos de seguimento curtos (geralmente inferiores a 10 anos), dificultando a interpretação e compreensão dos resultados.

Para tal contribui também a menor incidência e sintomatologia, quando comparadas com o ligamento cruzado anterior (LCA), cujos pressupostos cirúrgicos são frequentemente transpostos para o LCP.

Há vários enxertos, opções técnicas e de reabilitação disponíveis para a reconstrução do LCP, todas pensadas para permitir a retoma funcional, incluindo a atividade desportiva, e prevenir o desenvolvimento de degeneração articular.

No contexto de uma revisão alargada da semiologia da rotura isolada do LCP, o objetivo do presente trabalho é rever a história natural, tratamento e reabilitação da rotura isolada do LCP. Como metodologia, pesquisou-se na Pubmed/Medline (em setembro de 2011) o conceito "posterior cruciate ligament" que resultou em 3149 artigos; juntamente com bibliografia já disponível e considerada adequada. No artigo final constam 88 citações no artigo final, que incluem 2 livros de texto, 1 estudo controlado, 30 publicações dos últimos 10 anos (cerca de 77%); 3 estudos com níveis de evidência entre 1b e 3.

HISTÓRIA NATURAL

A história natural de um joelho com rotura do LCP sem outras lesões associadas – e, portanto, sem qualquer forma de tratamento implementada – não está bem compreendida, dificultando por isso a abordagem terapêutica[1–3].

Estudos de longo-tempo revelaram uma incidência elevada de osteoartrose progressiva e função diminuída do joelho deficiente em LCP[1,4].

Em 1988 Dejour *et al* distinguiram três fases evolutivas da rotura isolada do LCP: 1. fase de adaptação funcional (3 a 18 meses); 2. fase de tolerância funcional (até aos 15 anos); 3. fase de artrose, essencialmente femorotibial, em 28% dos casos, em média após cerca de 15 anos de evolução[5].

A lesão isolada aguda do LCP – pelo seu potencial regenerativo – frequentemente cicatriza (69%), com desenvolvimento de tecido contínuo tipo ligamento que, embora laxo, pode funcionar como um limitador à força da gaveta tibial posterior e, dessa forma, explicar parcialmente o prognóstico favorável destas lesões[6]. Este potencial de cicatrização – superior ao LCA – relaciona-se com a vascularização mais rica[7].

Fontboté *et al* (2005) demonstraram que, apesar da laxidão clínica, as diferenças biomecânicas e neuromusculares são mínimas, indicando que estes doentes podem desempenhar atividades de marcha e salto semelhantes aos indivíduos com LCP normal, sem serem sujeitos a reconstrução cirúrgica e sem experimentar sintomas de instabilidade[8]. Está descrito que metade dos doentes podem retomar o mesmo nível de atividade desportiva – com boa tolerância para a lesão, se não houver lesão da cartilagem articular –, um terço pode retomar o mesmo desporto mas a um nível mais baixo e um sexto são incapazes de retomar o mesmo desporto[9].

Lemoine et Chassaing (2004), para além de reforçarem a ideia de se tratar de um tipo de lesão bem tolerado, acrescentam que é raro o aparecimento efetivo de instabilidade franca, decorrente da laxidão crónica por má cicatrização ou sua ausência[5]. É considerado variável o período de latência até ao desenvolvimento progressivo de lesões cartilagíneas, sobretudo femorotibiais mediais e patelares – por aumento significativo das pressões (21% e 40%, respetivamente), com diminuição da carga meniscal (meniscectomia funcional)[5].

Apesar de não se verificar relação entre o grau de laxidão, as funções objetivas e subjetivas do joelho e a tendência à artrose, parece que quanto maior o intervalo decorrido entre a lesão e o seguimento/tratamento, maiores as alterações degenerativas evidentes radiologicamente, particularmente se já existirem alterações condrais aquando da lesão[1,10].

Clark *et al* (1996) demonstraram, num estudo com

nível de evidência 3 (Classificação segundo Sackett et al Evidence-Based Medicine – How to Practice and Teach EBM, 2000) que ocorre uma diminuição significativa da proprioceção em joelhos com rotura do LCP, o que pode contribuir para o desenvolvimento dessas alterações degenerativas[11].

Pelo estudo da história natural destas lesões conclui-se então que não se trata de uma patologia benigna, ainda que possam ser toleradas por muito tempo[5].

TRATAMENTO

As abordagens terapêuticas conservadora ou cirúrgica visam reduzir a translação posterior da tíbia[12].

A decisão quanto à terapêutica a instituir é no entanto difícil, pois para além de frequentemente inconclusivos, os estudos publicados são muitas vezes de qualidade duvidosa. Watsend *et al* (2009), recorrendo à escala de Coleman (pontuação 0 a 100), avaliaram a qualidade dos estudos sobre o tratamento das lesões isoladas e combinadas do LCP e concluíram que: a) os estudos com alta taxa de sucesso têm um baixo nível na metodologia de conceção (média de 52) sem diferenças significativas entre os tratamentos conservador e cirúrgico; b) a baixa qualidade geral da metodologia demonstra que é necessária cautela a interpretar os resultados do tratamento das lesões do LCP[13].

TRATAMENTO NÃO-CIRÚRGICO

O tratamento conservador pode ser a primeira escolha de tratamento para doentes com lesão isolada do LCP uma vez que o nível de incapacidade funcional, mais do que a instabilidade objetiva, deve ser o principal fator de avaliação[10].

Os doentes que apresentam na RMN uma lesão do LCP consistindo num foco de intensidade de sinal aumentada em T2, mantendo a banda ligamentar contínua, apresentam estabilidade articular preservada ou melhorada ao longo do tempo, pelo que está indicado o tratamento conservador[14].

Por outro lado, ao ter em conta o potencial regenerativo do LCP, a translação tibial posterior, ainda que inicialmente severa, pode diminuir aos seis meses após a lesão, altura em que Mariani *et al* (2005) advogam um segundo controlo clínico, incluindo RMN para avaliar o processo cicatricial[15,16]. O tratamento conservador – com imobilização seguida de fortalecimento muscular – pode produzir bons resultados, particularmente nas lesões isoladas agudas com instabilidade ligeira ou moderada (grau 1 ou 2) [4,9,16–22]. Recentemente, Ahn e colaboradores (2011) concluíram que o tratamento conservador das lesões agudas, com imobilização a prevenir a translação posterior da tíbia, origina bons resultados funcionais e imagiológicos na RMN; em acréscimo, o baixo sinal neste exame no seguimento por tempo intermédio (superior a 24 meses) parece ser um fator preditivo de bom prognóstico[23].

No entanto, embora esta abordagem possa originar resultados funcionais razoáveis, tende a deteriorar-se com o tempo, devido ao desenvolvimento de dor, alterações degenerativas e instabilidade progressiva, influenciando as atividades de vida diária (AVD) [9,17–19,24].

Toritsuka *et al* (2004) verificaram que, no espaço de um a sete meses (média de três) após a lesão e tratamento conservador, 88% de jogadores de rugby regressavam ao nível de desempenho anterior à lesão; contudo, no respeitante à recuperação das capacidades, a resposta dos atletas foi "não normal" para as atividades que requeriam a extensão do joelho a partir de uma posição em flexão, tal como a corrida em velocidade, rodar e saltar[25]. Outros estudos confirmam que cerca de que 80% destes doentes ficam satisfeitos com o tratamento conservador, muitos retomando as atividades prévias[20,26]. O resultado funcional parece ser tanto melhor quanto maior a força quadricipital[7]. Permanece por esclarecer o tempo requerido para retomar a atividade desportiva em termos competitivos e o nível de qualidade do desempenho[25].

TRATAMENTO CIRÚRGICO

O objetivo primário da reconstrução do LCP é o restauro da anatomia normal[27,28]. Pretende-se

com isto alcançar a cinemática normal do joelho em todos os graus de liberdade e prevenir a osteoartrose progressiva[3,29–31].

Permanece incerta a seleção dos doentes que devem ser sujeitos a reconstrução da lesão isolada do LCP no período recente após a lesão[10]. Ainda assim, parece haver consenso quanto à reserva da reconstrução cirúrgica do LCP nas lesões ligamentares múltiplas ou isoladas associadas a instabilidade grave (grau III) depois de reabilitação adequada[4,16,32]. Em 1999, Shino *et al* propuseram também a estabilização precoce em jovens atletas com grau II de lesão da superfície articular do côndilo femoral medial ou com rotura meniscal longitudinal reparável[10].

Considerando a instabilidade crónica, Christel (2003) procurou num artigo de revisão clarificar as questões da estratégia cirúrgica, partindo dos pressupostos:

1) não se deve operar quando há uma gaveta posterior fixa (que não pode ser reduzida manualmente);
2) o LCP com rotura deve ser reconstruído e não reparado;
3) todos os componentes da instabilidade devem ser corrigidos;
4) a reconstrução deve ser seguida de protocolos de reabilitação específicos[33]. Num estudo retrospetivo, com nível de evidência IV, Wajsfisz *et al* (2010) verificaram que a reconstrução da lesão isolada crónica do LCP origina uma correção parcial da laxidão posterior, proporcionando função aceitável nas AVD, mas não nas atividades desportivas, mantendo-se incertos os resultados subjetivos[34].

Após o seguimento durante 48 meses, de 43 doentes com níveis de atividade elevados, Lien *et al* (2010) concluíram que a reconstrução das lesões isoladas do LCP origina bons resultados funcionais, mantendo-se no entanto a instabilidade e dor como principais queixas[35]. Ainda assim, as reconstruções agudas/subagudas tiveram melhores resultados que as reconstruções crónicas[36].

Infelizmente, ainda não há evidências clínicas a determinar se as técnicas de reconstrução mais recentes alteram significativamente a estabilidade e função da articulação do joelho[3,17,37,38]. Trata-se por isso de um procedimento desafiante, também pela dificuldade da técnica, variabilidade de resultados e diferentes opiniões relativas à melhor opção cirúrgica, não existindo uma técnica *gold standard*[20,32,39–42].

Entre as várias decisões que um cirurgião enfrenta na reconstrução do LCP constam a escolha do enxerto (cerca de 10 possibilidades entre auto e aloenxertos), a fixação tibial (encastoamento vs túnel transtibial), área de inserção do túnel femoral (isométrica, central ou excêntrica) e o número de feixes que deve constar na reconstrução (simples vs duplo)[4,33,43]. Com múltiplas variáveis a literatura disponível sobre o tema é assim difícil de interpretar[28]. A título de curiosidade, considerando de forma simplista todas as possibilidades cirúrgicas supracitadas, teríamos cerca de 120 hipóteses reconstrutivas, o que exigiria igual número estudos prospetivos para averiguar qual a técnica mais adequada.

As variáveis que podem afetar os resultados funcionais pós-operatórios incluem:

1) a reconstrução de outras lesões muitas vezes associadas às do LCP;
2) a complexidade do padrão de fibras do LCP, que é impossível de duplicar com precisão;
3) a larga inserção femoral, responsável pela grande variedade de tensão nas fibras durante o movimento do joelho;
4) a dificuldade na colocação precisa do túnel transtibial e a sua erosão ou migração, que podem ocorrer ao longo do tempo;
5) o stress elevado a que pode ser sujeito o enxerto e seu alongamento pelo ângulo agudo à entrada do túnel transtibial[4,44,45].

Nos últimos anos, duas novas técnicas reconstrutivas têm sido alvo de discussão – a fixação por encastoamento tibial e a aplicação de enxerto em duplo-feixe[37].

Via Aberta *vs* Artroscopia

A reconstrução cirúrgica do LCP pode ser categorizada como aberta, artroscópica ou assistida artroscopicamente[2]. As duas primeiras vias oferecem

fixação inicial semelhante, proporcionando os mesmos benefícios biomecânicos; contudo a via artroscópica parece apresentar mais vantagens, por reduzir consideravelmente a morbilidade e permitir identificar facilmente a inserção femoral, melhorando o nível de atividade e aliviando os sintomas[7,46,47].

Apesar de desafiante pelas dificuldades técnicas, a artroscopia contribui para a não-incisão posterior (com invasão da cápsula) – fonte potencial de laxidão – e para uma melhor visualização da implantação do LCP, possivelmente com aplicação mais anatómica do enxerto, quando comparada com a via aberta[46]. Nas desvantagens podem constar: a necessidade de abordar o compartimento posterior do joelho, capacidade limitada para aumentar a fixação uma vez implantado o enxerto (encastoamento tibial) e algum risco para as estruturas neurovasculares, embora talvez menos que para o método transtibial tradicional[46]. No sentido de contornar o risco de lesão dos vasos poplíteos – complicação rara mas séria – Ahn *et al* (2007) propõem a libertação limitada da cápsula posterior durante o procedimento artroscópico (na técnica transtibial), pois proporciona aumento significativo da distância entre o LCP e o feixe neurovascular, diminuindo o risco iatrogénico[48].

Enxertos

Um item crucial no planeamento pré-cirúrgico é a escolha do enxerto – auto ou aloenxertos e ligamentos sintéticos – e a sua fixação. O enxerto ideal – ainda não alcançado – tem rápida incorporação, boa força e dureza e baixa morbilidade[2,20].

O comprimento efetivo e propriedades do enxerto são importantes variáveis na reconstrução do LCP, e devem ser determinados de acordo com o local onde será fixado[49].

Os autoenxertos incluem o tendão-osso patelar, quadricipital e tendões isquio-tibiais[20,50]. Os aloenxertos incluem, para além desses, o tendão de Aquiles e os enxertos de tecidos moles como os tendões tibiais anterior e posterior[20,50].

Não há opinião consensual nas indicações para aplicação de auto ou aloenxertos na reconstrução do LCP. São ambos recomendados, uma vez que apresentam resultados funcionais e clínicos comparáveis, sem diferenças estatisticamente significativas na laxidão ligamentar e alterações radiográficas; as complicações foram ainda assim mais prevalentes com os autoenxertos – dor anterior do joelho (particularmente com o tendão-osso patelar) e incompatibilidade com o túnel[20,50].

Os aloenxertos têm na reconstrução do LCP um maior campo de aplicação que no LCA, pelas suas maiores dimensões[7]. Em acréscimo, o uso de aloenxerto mostrou ser um procedimento bem sucedido e reprodutível, com tempo cirúrgico e morbilidade diminuídos, com maior versatilidade nos casos primários ou de revisão e melhor resultado estético[20]. No entanto, há ainda preocupação quanto à segurança do tecido, ao custo mais elevado, lentidão da incorporação, rejeição e alteração das propriedades estruturais pelos procedimentos de esterilização e armazenamento[20].

Seguem descriminados os enxertos atualmente disponíveis:

1. *Tendões isquio-tibiais*: com quatro feixes (semitendinoso e gracilis), são mais frequentemente usados como autoenxertos; originam resultados satisfatórios por serem longos, com boas propriedades mecânicas (força e rigidez máximas), associando-se a maior facilidade de inserção artroscópica pelo túnel femoral (ausência de bloco ósseo) e boa reprodutibilidade, sem prejudicar o aparelho extensor do joelho[2,41,44,51–54]; comparativamente ao tendão de Aquiles, estes autoenxertos em dupla-volta originam resultados clínicos comparáveis, apesar do comprimento mais curto e menor diâmetro;[50] a ausência de bloco ósseo tem sido associada a esclerose e alargamento dos túneis ósseos, embora seja desconhecido o seu significado clínico;[2,14] por ser necessário no aumento de outras estruturas lesadas associadas (nomeadamente posterolaterais), é com frequência uma segunda escolha[2].

2. *Osso-Tendão-Osso Patelar (OTO)*: é comumente usado graças à sua capacidade de regeneração, com força suficiente; no entanto – para além de área seccional reduzida (10 x 4mm), relativamente à fixação femoral, e para eventual reconstrução em

duplo-feixe – gera dificuldades na técnica transtibial (pela necessidade de passagem de um dos blocos ósseos), podendo originar dor anterior pós-cirúrgica no joelho dador[2,44,51].

3. *Tendão de Aquiles*: apresenta as desvantagens dos aloenxertos, mas associado a bom tempo cirúrgico, morbilidade diminuída, comprimento e espessura abundantes para as reconstruções de feixe simples ou duplo e fixação osso-osso com interferência de parafuso num dos lados do túnel[20,44,50,51].

4. *Tendão quadricipital com osso patelar - tendão quadricipital (OTQ)*: autodisponível, apresenta grande área seccional (12 x 8 mm), comprimento (superior a 130 mm) e tensão adequados – com um bloco ósseo numa das extremidades – sendo facilmente associado à técnica artroscópica, tornando-o uma escolha de enxerto aceitável para a reconstrução do LCP, nomeadamente em duplo feixe[2,44,52] a limitação pós-operatória na amplitude de movimentos, com atrofia dos músculos da coxa e recuperação incompleta da sua força, pode ser um problema nestas reconstruções, o que exige uma maior ênfase na reabilitação e recuperação da força extensora[51].

5. *Outros enxertos*: incluem a porção medial do gastrocnémio e tendão poplíteo ou meniscal, contudo sem registo de sucesso[2].

Outras alternativas

Com o uso de autoenxertos de tendões isquio-tibiais e OTO aumentaram os relatos da morbilidade do local dador, pelo que o uso de ligamentos sintéticos poderiam constituir uma alternativa de tratamento, ao evitar essas complicações[55]. Até ao momento nenhum enxerto sintético foi indicado na reconstrução do LCP, pelos problemas relacionados com o local de fixação, carga cíclica e fracasso por fadiga, que têm sido difíceis de ultrapassar[2]. Ainda assim, o Sistema de Reforço Ligamentar Avançado (SRLA) foi recentemente descrito como um material apropriado para o efeito, embora com poucos estudos a focar especificamente a comparação entre estes e os autoenxertos na reconstrução do LCP[55]. Constituindo um meio de crescimento fibroblástico e de células tipo-osteoblastos, a resistência à fadiga é a sua propriedade mais proeminente[56]. Shen *et al* (2010), pela avaliação clínica e dos índices Lysholm e IKDC em 41 doentes sujeitos à técnica, por um período de 3 anos de seguimento, concluíram que o SRLA parece tratar-se de um sistema efetivo, originando boa estabilidade e função do joelho, sem complicações de local dador e sem registo de rotura espontânea ou laxidão[57].

Já no que respeita o transplante do LCP, Davis *et al* (2006) mostraram que é tecnicamente possível e que apresenta eficácia biomecânica; não obstante, são necessários mais estudos para comparar esta técnica com aquelas já estabelecidas[37].

Feixe simples *vs* duplo feixe

Contrariamente à reconstrução do LCA, a aplicação de um ou dois feixes é uma questão em aberto[28,32,58].

Ambas as técnicas são desenvolvidas artroscopicamente[20]. A de feixe simples pretende reconstruir o feixe anterolateral (AL), mais rígido e resistente à força tênsil máxima de fracasso, com cerca do dobro da espessura do feixe posteromedial (PM) [20,28]. Há estudos que indicam que a reconstrução do LCP com duplo-feixe – reconstruindo os feixes AL e PM –, ainda que tecnicamente bem mais exigente, restaura de forma mais precisa a anatomia e cinemática do joelho que a de feixe simples[20,59,60]. Harner *et al* (2000), ao compararem as duas técnicas a quatro ângulos de flexão do joelho (30º, 60º, 90º e 120º), verificaram que na reconstrução de duplo-feixe – contrastando com a de feixe simples – a translação tibial posterior não diferiu significativamente em relação ao joelho intacto e que esta reconstrução também restaurou mais fielmente as forças *in situ*[28]. Já Markolf *et al* (2006) concluíram que a maior força do enxerto e a redução da laxidão (1 a 2 mm entre 0 e 30º de flexão) proporcionada pelo feixe PM, presente na técnica de duplo-feixe, não compensa o tempo cirúrgico e material extra[26].

Vários autores defendem que não há diferenças significativas nos resultados da aplicação destas técnicas, no que respeita a avaliação funcional, laxidão ligamentar, grau funcional e alterações radiográficas do joelho, sendo comparável a taxa de satisfação global com a cirurgia nas perspetivas do doente e

do cirurgião, como demonstrado por Bergfeld num estudo de nível de evidência 2b[58,61]. Por outro lado, este conceito da reconstrução em duplo-feixe parece ter valor mais teórico que prático, tendo em conta: 1) os estudos anatómicos que evidenciam que o LCP não pode ser dividido em dois feixes por constituir num continuum de fibras[28] e 2) os estudos biomecânicos que sugerem o alongamento simultâneo dos feixes AL e PM entre 0º e 120º e o seu encurtamento a maior flexão, contrariando a hipótese de funções distintas e recíprocas desses feixes[62].

Passo Femoral

A colocação do túnel femoral tem uma grande influência nos resultados clínicos após a reconstrução do LCP[63]. A posição ótima deste túnel representa um compromisso entre a laxidão do joelho e a força dos enxertos; a colocação do túnel femoral pode ser guiada pela inserção original do LCP,[63] em posição central ou excêntrica, na reconstrução de feixe simples, existindo contudo controvérsia quanto à posição precisa[64].

Markolf *et al* (2006) estudaram a melhor localização para a sua implantação e concluíram que um túnel colocado na posição AL ou central produz resultados aceitáveis, devendo ser evitada a implantação posteromedial, na reconstrução de feixe simples[63]. Conclusões semelhantes foram alcançadas por Petersen *et al* (2006), postulando que a colocação do enxerto através de um túnel anterior pode restaurar melhor a cinemática normal do joelho e as forças *in situ* do que um túnel posterior, a maiores ângulos de flexão[59].

O uso da técnica dentro-fora pode resultar num ângulo enxerto/túnel femoral – "canto crítico" – que excede o ângulo do túnel tibial, resultando em corte transversal por stress, pressão interna no enxerto, laxidão e fracasso prematuro com a carga[44,65]. Até estarem disponíveis mais estudos clínicos, Handy *et al* (2005) sugerem a minimização do ângulo do enxerto e recomendam a técnica fora-dentro para a colocação do túnel, para minimizar esse ângulo[65]. Neste último método, a colocação do túnel femoral na posição anatómica superficial – localizada a 1-2 mm do bordo da cartilagem articular, será teoricamente mais eficaz do que no ponto isométrico, localizado mais profundamente[29].

Os riscos da aplicação de dois túneis femorais no côndilo medial prendem-se com a remoção de osso adicional – o que pode interferir com o suprimento sanguíneo do côndilo – podendo, em último caso, facilitar a fratura ou colapso subcondral[28].

Passo Tibial

Técnica Transtibial

A técnica transtibial foi desenvolvida artroscopicamente através de vias standard com a associação de uma via posterior para visualização e instrumentação da implantação tibial[20].

Trata-se de uma técnica exigente e difícil, associada a risco de lesão iatrogénica da artéria poplítea (aquando da aplicação do túnel), podendo resultar no desenvolvimento de tecido cicatricial adjacente às estruturas neurovasculares (dificultando futuras intervenções) e envolver o risco de extravasamento de fluído no compartimento posterior da perna, colocando o doente em risco de síndrome compartimental[20,27]. A angulação de 90º que resulta da aplicação do túnel tibial – angulação fatal – mostrou criar pressões internas aumentadas e conduzir possivelmente a alongamento do enxerto e fracasso[28]. Ela poderá ser reduzida o túnel for aplicado anterolateralmente em vez de anteromedialmente, o que parece originar um bom "corredor de deslizamento" para o ligamento reconstruído[66–68].

Os resultados da reconstrução do LCP pela técnica transtibial têm sido inconsistentes e poucos autores têm relatado resultados satisfatórios em estudos de seguimento de longo tempo[44]. Num estudo de nível 1b, comparando ambas as abordagens, Wong *et al* (2008) concluíram que produzem resultados clínicos comparáveis[69]. Kim *et al* (2009), num estudo de seguimento de longo tempo (2 a 8 anos), não verificaram diferenças clinicamente significativas, a julgar pelos índices de Lysholm e IKDC[66].

No que respeita à implementação de dois túneis, considera-se que a inserção tibial anatómica do LCP é suficientemente larga para permitir a colocação de

ambos, com ponte óssea entre eles[70].

Encastoamento Tibial

A reconstrução do LCP com a técnica de encastoamento tibial foi desenvolvida como uma alternativa para evitar a angulação fatal, com relatos precoces do seu potencial biomecânico e vantagens clínicas, embora ainda sem demonstração consistente da sua supremacia no restauro da estabilidade anteroposterior original[4,20,45,71,72].

A técnica de encastoamento tibial parece assim apresentar algumas vantagens: 1) necessidade de menor comprimento do enxerto; 2) fixação anatómica no local de inserção do LCP nativo sob visualização direta e 3) evitação da angulação fatal[20,37]. As desvantagens incluem a dificuldade no posicionamento do doente durante a cirurgia (de supina para lateral), necessidade de dissecção cirúrgica da fossa poplítea, não-união do bloco ósseo tibial, abordagem menos familiar e formação de cicatriz, podendo tornar difícil e perigosa a cirurgia de revisão[20,71,73]. Kim *et al* (2004) propõem a via artroscópica para evitar a morbilidade da via aberta, diminuir o tempo cirúrgico e o risco de infeção[71].

Bergfeld *et al* (2001) encontraram uma laxidão anteroposterior significativamente menor entre 30 e 90º de flexão e após carga repetitiva a 90º de flexão, bem como menor potencial de degradação mecânica do enxerto pelo método de encastoamento tibial, em relação ao método transtibial[26]. Markolf *et al* (2002) verificaram que os enxertos resultantes da reconstrução por encastoamento apresentam maior resistência a ciclos de carga repetidos que aqueles da técnica transtibial[28]. Num estudo mais recente de seguimento por um mínimo de dois anos, MacGillivray *et al* (2006) não identificaram diferenças entre estas técnicas, nenhuma restaurando consistentemente a estabilidade anteroposterior original, com enxerto de feixe simples[72].

Papalia *et al* (2010) concluíram que os ensaios randomizados são escassos, os tempos de seguimento são curtos e os dados sobre a estabilização tibial insuficientes, para determinar se esta técnica proporciona uma alternativa consistente enquanto estratégia cirúrgica e sua eficácia[74]. Panchal *et al* (2011) tiraram ilações semelhantes, no entanto acrescentam que o encastoamento artroscópico apresenta vantagens em relação à via aberta, quer para o encastoamento quer para técnica transtibial[75].

Fixação dos Enxertos

A fixação segura do enxerto é crucial na reconstrução do LCP, sendo considerada o ponto mais fraco no período pós-operatório recente, enquanto o enxerto se incorpora nos túneis ósseos[39].

Tendo em conta a revisão de estudos, Mariani *et al* (2005) citam que: 1) existe correlação direta entre as cargas de fracasso e a densidade óssea; 2) há uma grande variabilidade nas densidades ósseas (DO) (0,4 a 0,8 g/cm2) na porção proximal da tíbia em indivíduos saudáveis; 3) o LCP exige uma fixação inicial mais forte que o LCA, podendo ser insuficiente uma DO 0,6 g/cm2; 4) os parafusos metálicos com 7 ou 9 mm de diâmetro são a opção preferida, podendo ser inadequados se na presença de baixa DO; 5) o tipo de parafuso e as suas características são importantes na estabilidade e cicatrização dos enxertos num túnel ósseo[76].

Höher *et al* (2003) classificaram as técnicas de fixação em: 1) anatómica, próximo da inserção original do ligamento (ex.: parafusos de interferência metálicos e bioabsorvíveis); 2) extra-anatómica, longe da inserção nativa (ex.: Endobutton, agrafos, parafusos e anilhas) e 3) dispositivos de fixação híbridos[32].

Os parafusos metálicos podem causar laceração do enxerto e danificar algumas fibras – podendo influenciar a força média de arrancamento requerida; por outro lado, podem levantar problemas em cirurgias futuras (por exemplo osteotomias, artroplastia do joelho)[76,77]. Já os implantes bioabsorvíveis possuem algumas vantagens por não necessitarem de extração secundária, serem compatíveis com avaliação complementar por RMN e poderem ser perfurados em cirurgia de revisão; além disso, numa perspetiva biomecânica, vários estudos mostraram que a força máxima suportada pelos implantes bioabsorvíveis é similar à dos metálicos, parecendo ocorrer contudo deterioração dessa força e dureza quatro semanas após

a sua aplicação[76,77].

Ao compararem a fixação de interferência e a pós-fixação, Wang *et al* (2002) não identificaram diferenças significativas nas cargas de fracasso, apesar de diferentes mecanismos – deslocamento do bloco ósseo ou deiscência da sutura e fratura do bloco ósseo, respetivamente[78].

Chen (2007) considera que a fixação adicional próxima do túnel ósseo, com um parafuso de interferência combinado com fixação externa suspensa, originará fixação mais rígida e adequada na fase pós-operatória, evitando o alongamento progressivo do enxerto[4].

Fixação Femoral

Na generalidade, na reconstrução de feixe simples, a fixação primária femoral é efetuada com um parafuso de fixação bioabsorvível, com sutura e fixação, ou anilha com ligamento e gancho; pela técnica de duplo-feixe, os enxertos são fixados por fitas de poliéster em conjunto sobre a ponte óssea; se for desejada fixação adicional no ponto de entrada articular, pode ser usado um bioparafuso suplementar nessa localização[2].

Muitos dispositivos de fixação, usados na reconstrução do LCA, têm sido descritos para o procedimento no LCP[32]. Um destes, recentemente proposto, é a técnica de fixação femoral com rigidfix para a reconstrução com tendões isquio-tibiais[32]. Da aplicação desta técnica, o risco de lesão condral é alto, variando entre 75 e 100%, de acordo com o declive dado ao orientador durante a inserção da cavilha[32]. Rossi *et al* (2007) não recomendam por isso o uso rotineiro desta nova técnica; não obstante, a ser o método preferido, sugerem o declive do orientador a 0º[32].

Niedzwietzki *et al* (2007) compararam em modelos porcinos os métodos extracortical e híbrido com interferência de parafuso de fixação, concluindo que o segundo é superior ao primeiro[54].

Fixação Tibial

A fixação tibial permanece o ponto fraco para o enxerto de LCP e poucos estudos foram desenvolvidos neste sentido[76].

Na técnica transtibial, Margheretini *et al* (2005) sugerem que a reconstrução com fixação combinada do enxerto – fixação distal e na margem proximal do túnel – restaura mais proximamente a biomecânica do joelho intacto e as forças *in situ* do LCP numa fase inicial, do que a reconstrução com a fixação distal isolada, o que pode ser atribuído à diminuição do comprimento funcional do enxerto e aumento da sua dureza[79]. O uso da fixação com rigidfix com dispositivo Bio-TransFix proporciona uma fixação estável que é comparável com aquela alcançada com a fixação com parafuso de bio-interferência[80].

Apesar da técnica de encastoamento tibial ser vantajosa, a fixação do bloco ósseo com parafuso é necessária, o que pode levantar os problemas já referidos[77].

Recorrendo ao uso de duplo-feixe em modelos porcinos, Zantop *et al* (2004) verificaram que a fixação anatómica do enxerto, com parafusos de interferência próximo da linha articular, pode restaurar de forma mais similar a cinemática do joelho e as forças *in situ* do LCP normal, em comparação com a fixação extracortical com agrafos[81]. Uma das explicações para os resultados da baixa estabilidade desta última é a baixa dureza da construção enxerto/fixação[81].

Complicações

Para além das já citadas complicações inerentes às técnicas, elas podem estar relacionadas com o enxerto: a) colheita, originando problemas no local dador; b) colocação, podendo originar fratura da tíbia ou fémur por inadequada inclinação; c) características do próprio enxerto, que pode romper-se ou alongar-se[14,26].

OUTRAS ABORDAGENS

Cada vez mais se afigura como possível a futura aplicação da terapia genética e da engenharia tecidual nas mais diversas patologias, com novos estudos a serem desenvolvidos no sentido de otimizar a abordagem da lesão isolada do LCP; seguem-se algumas das propostas mais recentes.

Preservação das fibras remanescentes do LCP lesionado

Para alem da função mecânica, o LCP desempenha uma função propriocetiva, sendo atualmente aceite que é extensamente inervado por mecanorrecetores com importantes funções aferentes[15]. A rotura do LCP pode deste modo conduzir a um défice de condução da sensibilidade propriocetiva[29].

Por outro lado, durante a reconstrução cirúrgica, são geralmente removidas todas as fibras remanescentes deste ligamento lesado, para maior facilidade técnica[29]. Tal conduz a deterioração da proprioceção logo após a reconstrução, que parece ser recuperada a partir dos 18 meses após a cirurgia, não alcançando contudo o mesmo grau do joelho contralateral normal, mesmo 24 meses depois[15]. Por isso, na reconstrução do feixe AL por via artroscópica posterior trans-septal, alguns autores propõem o destacamento das fibras restantes do côndilo femoral medial – para mais fácil visualização e tensionamento – com colocação do túnel femoral pela técnica fora-dentro, para manter a proprioceção e a estabilidade posterior do joelho[17,29]. Poderão ser alcançados bons resultados clínicos, com a maioria dos doentes a referir ausência de sintomas – tais como dor, tumefação ou falseio –, considerando o joelho operado como normal ou quase normal[82,83].

Osteotomia tibial

Estudos anteriores mostraram que o aumento do declive tibial pode mudar a posição de relaxamento da tíbia anteriormente, pelo que foram propostas osteotomias que alteram este declive no tratamento das lesões do LCP[84]. No seu artigo, vencedor do "Excellence in Research Award", Giffin *et al* (2007) postulam as osteotomias biplanares para doentes com grau II ou III de instabilidade posterior que evidenciaram um estreitamento precoce do compartimento medial e/ou desalinhamento varo concomitante[84]. Os resultados iniciais sugerem que esta técnica proporciona melhoria na estabilidade do joelho, tal como redução álgica[84]. É necessário contudo o seguimento de longo-tempo[84].

O papel do Óxido Nítrico (ON) na regeneração do LCP

Cao *et al* (2000) reuniram dados que indicam que, independentemente de limitações impostas pelo ambiente biológico no qual os ligamentos se incluem, as diferenças biológicas intrínsecas entre as células residentes do LCP, LCA e ligamento colateral tibial (LCT) ajudam a determinar o seu potencial regenerativo[85]. Estes autores observaram em coelhos que o óxido nítrico (ON) endogenamente sintetizado é capaz de inibir a síntese de colagénio e de proteoglicanos em ambos os ligamentos cruzados, mas com pouco efeito na síntese de matriz pelo LCT, o que pode explicar a limitada capacidade de regeneração dos primeiros[85]. Sugerem assim a possibilidade de suprimir farmacologicamente a produção de ON pela administração de inibidores seletivos – livre de efeitos colaterais, por não serem normalmente expressos em tecidos saudáveis[85].

REABILITAÇÃO

No tratamento conservador, para além da imobilização, treino da marcha e monitorização/reavaliação frequente, é importante ter em consideração os pressupostos de Wilk (1994): a) os programas de reabilitação não devem ser regimes rígidos; b) devem basear-se em critérios na progressão; c) devem estar atualizados de acordo com os estudos mais recentes e d) o tecido em cicatrização não deve ser sujeito a stress elevado[2].

Já no que respeita a abordagem pós-operatória, os objetivos iniciais são a diminuição da dor, inflamação e tumefação, restabelecimento quadricipital e restauro da função normal[4]. Os protocolos gerais, são desenvolvidos para: a) minimizar a imobilização; b) permitir a cicatrização e remodelação num ambiente de não-stress; c) identificar complicações potenciais desde o início; d) fazer a progressão funcional; e) individualizar a reabilitação; f) utilizar uma abordagem multidisciplinar (médico, fisioterapeuta, treinador e equipa de trabalho)[2]. Os doentes geralmente retomam a atividade diária normal 3 meses após a cirurgia e a atividade desportiva ligeira em 6 meses; a recuperação

completa da capacidade para a atividade desportiva pode ocorrer em 9 a 12 meses[2,4]. O regresso à atividade desportiva competitiva é permitido quando o doente apresenta completa amplitude de movimento, sem laxidão residual, dor ou tumefação, e demonstra confiança à mobilização do joelho[2].

No passado, foi dada ênfase ao diligente fortalecimento quadricipital (concêntrico e excêntrico) pelo sinergismo que partilha com o LCP na manutenção da estabilidade anteroposterior, contudo a função do joelho resulta do balanço sinergético de variáveis ósseas, musculotendinosas e de tecidos moles, exigindo uma abordagem holística[86]. Assim, a questão que permanece é qual o modo de exercício que melhor reabilita esta população de doentes[86].

A cocontração dos músculos quadricípital e isquio-tibiais são meios seguros pelos quais se pode reabilitar o joelho reconstruído[42,86]. Escamilla *et al* (2010) propõem cautela na reabilitação precoce, nos exercícios consistindo nas investidas anteriores (em flexão elevada) e laterais (entre 40 e 80º) por exporem o enxerto a forças de tensão elevadas, maiores na fase ascendente, comparadas com a descendente[87].

Um dado de interesse é que, se os exercícios de mobilização do joelho forem efetuados com o pé em flexão dorsal, o neo-LCP fica mais protegido, porque a colocação em tensão dos gastrocnémios evita a translação posterior da tíbia[7].

Os protocolos de reabilitação não-agressivos são seguros após reconstrução artroscópica, originando resultados clínicos e funcionais satisfatórios[88].

CONCLUSÕES

A história natural da rotura isolada do LCP ainda não está bem esclarecida.

O prognóstico do joelho com rotura isolada do LCP varia, embora apresente tendência à deterioração articular e funcional do joelho, com aumento moderado dos sintomas.

Esta lesão apresenta potencial regenerativo pelo que deve fazer-se um segundo controlo aos seis meses após a lesão. Pode considerar-se o tratamento conservador quando, na RMN, a lesão do LCP consiste numa banda ligamentar contínua em T2. Geralmente preconiza-se esta abordagem nas lesões isoladas agudas com instabilidade ligeira ou moderada (grau I ou II). Permanecem controversos os resultados do tratamento conservador, particularmente em atletas.

O objetivo primário da reconstrução do LCP é o restauro da anatomia normal do LCP, contudo é incerta a seleção dos doentes se sujeitos a esta abordagem. Parece consensual a sua aplicação nas lesões ligamentares múltiplas ou isoladas associadas a instabilidade grave (grau III) depois de reabilitação adequada.

Os enxertos com tendões isquiotibiais ou OTO têm sido usado com bons resultados, tal como a aplicação da técnica de encastoamento; permanece por esclarecer se existe vantagem na aplicação de duplo-feixe (em relação ao feixe simples). Ainda em estudo estão os ligamentos sintéticos e o LCP transplantado, bem como a hipótese da preservação das fibras remanescentes, osteotomia tibial ou administração de inibidores seletivos do ON.

Atualmente não podem ainda ser feitas recomendações firmes sobre qual a terapêutica ou técnicas cirúrgicas a instituir, devendo prestar-se mais atenção à qualidade da metodologia dos ensaios no que respeita ao seu desenvolvimento, condução e resultados.

No que respeita a reabilitação esta deve ser individualizada de acordo com o doente e seus objetivos funcionais, obedecendo, ainda assim, a protocolos relativos à transição de fases.

Espera-se que no futuro a aplicação de fatores de crescimento, a engenharia de tecidos e a terapia genética venham a desempenhar um papel importante no tratamento das lesões ligamentares do joelho.

Como constatado, apenas três dos estudos citados são classificáveis em níveis entre 1b e 3 – um de 1b, um de 2b e um de 3 – sendo assim necessários mais estudos de nível de evidência 1 e 2 para melhor orientar estas lesões e conhecer o estado da arte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boynton MD, Tietjens BR. Long-term followup of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee. Am J Sports Med. 1996 Jun;24(3):306–10.
2. Fanelli GC. Posterior Cruciate Ligament - A Practical Guide to Management. New York: Springer-Verlag; 2001.
3. Gill TJ, DeFrate LE, Wang C, Carey CT, Zayontz S, Zarins B, et al. The effect of posterior cruciate ligament reconstruction on patellofemoral contact pressures in the knee joint under simulated muscle loads. Am J Sports Med. 2004 Fev;32(1):109–15.
4. Chen C-H. Surgical treatment of posterior cruciate ligament injury. Chang Gung Med J. 2007 Dez;30(6):480–92.
5. Lemoine J, Chassaing V. Histoire naturelle du genou après rupture du ligament croisé postérieur. Em: Ligaments croisés du genou. 2004. p. 179–82.
6. Akisue T, Kurosaka M, Yoshiya S, Kuroda R, Mizuno K. Evaluation of healing of the injured posterior cruciate ligament: Analysis of instability and magnetic resonance imaging. Arthroscopy. 2001 Mar;17(3):264–9.
7. Noronha J. Ligamento Cruzado Posterior. Porto: Minerva; 2001.
8. Fontboté CA, Sell TC, Laudner KG, Haemmerle M, Allen CR, Margheritini F, et al. Neuromuscular and biomechanical adaptations of patients with isolated deficiency of the posterior cruciate ligament. Am J Sports Med. 2005 Jul;33(7):982–9.
9. Shelbourne KD, Davis TJ, Patel DV. The natural history of acute, isolated, nonoperatively treated posterior cruciate ligament injuries. A prospective study. Am J Sports Med. 1999 Jun;27(3):276–83.
10. Shino K, Horibe S, Nakata K, Maeda A, Hamada M, Nakamura N. Conservative treatment of isolated injuries to the posterior cruciate ligament in athletes. J Bone Joint Surg Br. 1995 Nov;77(6):895–900.
11. Clark P, MacDonald PB, Sutherland K. Analysis of proprioception in the posterior cruciate ligament-deficient knee. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1996;4(4):225–7.
12. Logan M, Williams A, Lavelle J, Gedroyc W, Freeman M. The effect of posterior cruciate ligament deficiency on knee kinematics. Am J Sports Med. 2004 Dez;32(8):1915–22.
13. Watsend AME, Osestad TMØ, Jakobsen RB, Jacobsen RB, Engebretsen L. Clinical studies on posterior cruciate ligament tears have weak design. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009 Fev;17(2):140–9.
14. Roberts CC, Towers JD, Spangehl MJ, Carrino JA, Morrison WB. Advanced MR imaging of the cruciate ligaments. Radiol. Clin. North Am. 2007 Nov;45(6):1003–16, vi-vii.
15. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ishikawa M, Shinomiya R. Temporal change of joint position sense after posterior cruciate ligament reconstruction using multi-stranded hamstring tendons. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2007 Jan;15(1):2–8.
16. Mariani PP, Margheritini F, Christel P, Bellelli A. Evaluation of posterior cruciate ligament healing: a study using magnetic resonance imaging and stress radiography. Arthroscopy. 2005 Nov;21(11):1354–61.
17. Jung YB, Tae SK, Lee YS, Jung HJ, Nam CH, Park SJ. Active non-operative treatment of acute isolated posterior cruciate ligament injury with cylinder cast immobilization. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2008 Ago;16(8):729–33.
18. Keller PM, Shelbourne KD, McCarroll JR, Rettig AC. Nonoperatively treated isolated posterior cruciate ligament injuries. Am J Sports Med. 1993 Fev;21(1):132–6.
19. Parolie JM, Bergfeld JA. Long-term results of nonoperative treatment of isolated posterior cruciate ligament injuries in the athlete. Am J Sports Med. 1986 Fev;14(1):35–8.
20. Heinzelmann AD, Barrett GR. Posterior cruciate ligament reconstruction: Achilles tendon allograft, double bundle. Clin Sports Med. 2009 Abr;28(2):245–57, viii.
21. Strobel MJ, Weiler A, Schulz MS, Russe K, Eichhorn H-J. Fixed posterior subluxation in posterior cruciate ligament-deficient knees: diagnosis and treatment of a new clinical sign. Am J Sports Med. 2002 Fev;30(1):32–8.
22. Thanassas C, Papanikolaou A, Galanopoulos I, Babalis G. Conservative treatment of isolated posterior cruciate ligament injuries - Retrospective study of 20 cases. EEXOT. 2008;59(2):115–9.
23. Hwan Ahn J, Hak Lee S, Hee Choi S, Ho Wang J, Won Jang S. Evaluation of Clinical and Magnetic Resonance Imaging Results After Treatment With Casting and Bracing for the Acutely Injured Posterior Cruciate Ligament. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association [Internet]. 2011 Set 21 [citado 2011 Nov 14];Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21944142
24. Fowler PJ, Messieh SS. Isolated posterior cruciate ligament injuries in athletes. Am J Sports Med. 1987 Dez;15(6):553–7.
25. Toritsuka Y, Horibe S, Hiro-Oka A, Mitsuoka T, Nakamura N. Conservative treatment for rugby football players with an acute isolated posterior cruciate ligament injury. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2004 Mar;12(2):110–4.
26. Colvin AC, Meislin RJ. Posterior cruciate ligament injuries in the athlete: diagnosis and treatment. Bull NYU Hosp Jt Dis. 2009;67(1):45–51.
27. Matava MJ, Sethi NS, Totty WG. Proximity of the posterior cruciate ligament insertion to the popliteal artery as a function of the knee flexion angle: implications for posterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2000 Nov;16(8):796–804.
28. Matava MJ, Ellis E, Gruber B. Surgical treatment of posterior cruciate ligament tears: an evolving technique. J Am Acad Orthop Surg. 2009 Jul;17(7):435–46.

29. Ahn JH, Nha KW, Kim YC, Lim HC, Nam HW, Wang JH. Arthroscopic femoral tensioning and posterior cruciate ligament reconstruction in chronic posterior cruciate ligament injury. Arthroscopy. 2006 Mar;22(3):341.e1–4.
30. Li G, Papannagari R, Li M, Bingham J, Nha KW, Allred D, et al. Effect of posterior cruciate ligament deficiency on in vivo translation and rotation of the knee during weightbearing flexion. Am J Sports Med. 2008 Mar;36(3):474–9.
31. Van de Velde SK, Bingham JT, Gill TJ, Li G. Analysis of tibiofemoral cartilage deformation in the posterior cruciate ligament-deficient knee. J Bone Joint Surg Am. 2009 Jan;91(1):167–75.
32. Rossi R, Bonasia DE, Assom M, Bruzzone M, Castoldi F. Cross-pin femoral fixation in PCL reconstruction: a cadaver study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2007 Out;15(10):1194–7.
33. Christel P. Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2003 Set;11(5):289–96.
34. Wajsfisz A, Christel P, Djian P. Does reconstruction of isolated chronic posterior cruciate ligament injuries restore normal knee function? Orthop Traumatol Surg Res. 2010 Jun;96(4):388–93.
35. Lien OA, Aas EJ-L, Johansen S, Ludvigsen TC, Figved W, Engebretsen L. Clinical outcome after reconstruction for isolated posterior cruciate ligament injury. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010 Nov;18(11):1568–72.
36. Sekiya JK, West RV, Ong BC, Irrgang JJ, Fu FH, Harner CD. Clinical outcomes after isolated arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2005 Set;21(9):1042–50.
37. Davis DK, Goltz DH, Fithian DC, D'Lima D. Anatomical posterior cruciate ligament transplantation: a biomechanical analysis. Am J Sports Med. 2006 Jul;34(7):1126–33.
38. Gill TJ, DeFrate LE, Wang C, Carey CT, Zayontz S, Zarins B, et al. The biomechanical effect of posterior cruciate ligament reconstruction on knee joint function. Kinematic response to simulated muscle loads. Am J Sports Med. 2003 Ago;31(4):530–6.
39. Choi N-H, Son K-M, Victoroff BN. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using bioabsorbable cross-pin femoral fixation: a technical note. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2008 Mai;16(5):476–8.
40. Schoderbek RJ, Golish SR, Rubino LJ, Oliviero JA, Hart JM, Miller MD. The graft/femoral tunnel angles in posterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of 3 techniques for femoral tunnel placement. J Knee Surg. 2009 Abr;22(2):106–10.
41. Chan Y-S, Yang S-C, Chang C-H, Chen AC-Y, Yuan L-J, Hsu K-Y, et al. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament with use of a quadruple hamstring tendon graft with 3- to 5-year follow-up. Arthroscopy. 2006 Jul;22(7):762–70.
42. Ortiz GJ, Schmotzer H, Bernbeck J, Graham S, Tibone JE, Vangsness CT. Isometry of the posterior cruciate ligament. Effects of functional load and muscle force application. Am J Sports Med. 1998 Out;26(5):663–8.
43. Oakes DA, Markolf KL, McWilliams J, Young CR, McAllister DR. Biomechanical comparison of tibial inlay and tibial tunnel techniques for reconstruction of the posterior cruciate ligament. Analysis of graft forces. J Bone Joint Surg Am. 2002 Jun;84-A(6):938–44.
44. Chen C-H, Chuang T-Y, Wang K-C, Chen W-J, Shih C-H. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft: results with a minimum 4-year follow-up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Nov;14(11):1045–54.
45. Cooper DE, Stewart D. Posterior cruciate ligament reconstruction using single-bundle patella tendon graft with tibial inlay fixation: 2- to 10-year follow-up. Am J Sports Med. 2004 Mar;32(2):346–60.
46. Campbell RB, Torrie A, Hecker A, Sekiya JK. Comparison of tibial graft fixation between simulated arthroscopic and open inlay techniques for posterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2007 Out;35(10):1731–8.
47. Houe T, Jørgensen U. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction: one- vs. two-tunnel technique. Scand J Med Sci Sports. 2004 Abr;14(2):107–11.
48. Ahn JH, Wang JH, Lee SH, Yoo JC, Jeon WJ. Increasing the distance between the posterior cruciate ligament and the popliteal neurovascular bundle by a limited posterior capsular release during arthroscopic transtibial posterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric angiographic study. Am J Sports Med. 2007 Mai;35(5):787–92.
49. DeFrate LE, van der Ven A, Gill TJ, Li G. The effect of length on the structural properties of an Achilles tendon graft as used in posterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2004 Jun;32(4):993–7.
50. Ahn JH, Yoo JC, Wang JH. Posterior cruciate ligament reconstruction: double-loop hamstring tendon autograft versus Achilles tendon allograft--clinical results of a minimum 2-year follow-up. Arthroscopy. 2005 Ago;21(8):965–9.
51. Chen C-H, Chen W-J, Shih C-H, Chou S-W. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon autograft: minimal 3 years follow-up. Am J Sports Med. 2004 Mar;32(2):361–8.
52. Chen C-H, Chen W-J, Shih C-H. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament: a comparison of quadriceps tendon autograft and quadruple hamstring tendon graft. Arthroscopy. 2002 Ago;18(6):603–12.
53. Höher J, Scheffler S, Weiler A. Graft choice and graft fixation in PCL reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2003 Set;11(5):297–306.
54. Niedzwietzki P, Zantop T, Weimann A, Herbort M, Raschke MJ, Petersen W. Femoral fixation of hamstring grafts in posterior cruciate ligament reconstruction: biomechanical evaluation of different fixation techniques: is there an acute angle effect? Am J Sports Med. 2007 Mai;35(5):780–6.
55. Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Wu Y, Lin X. Arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: retrospective review of hamstring tendon graft versus LARS artificial ligament. Int Orthop. 2009 Ago;33(4):991–6.

56. Trieb K, Blahovec H, Brand G, Sabeti M, Dominkus M, Kotz R. In vivo and in vitro cellular ingrowth into a new generation of artificial ligaments. Eur Surg Res. 2004 Jun;36(3):148–51.
57. Shen G, Xu Y, Dong Q, Zhou H, Yu C. Arthroscopic Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Using LARS Artificial Ligament: A Retrospective Study. J. Surg. Res [Internet]. 2010 Set 8 [citado 2011 Ago 25];Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20888585
58. Wang C-J, Weng L-H, Hsu C-C, Chan Y-S. Arthroscopic single- versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions using hamstring autograft. Injury. 2004 Dez;35(12):1293–9.
59. Petersen W, Lenschow S, Weimann A, Strobel MJ, Raschke MJ, Zantop T. Importance of femoral tunnel placement in double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: biomechanical analysis using a robotic/universal force-moment sensor testing system. Am J Sports Med. 2006 Mar;34(3):456–63.
60. Yoon KH, Kim YH, Ha JH, Kim K, Park WM. Biomechanical evaluation of double bundle augmentation of posterior cruciate ligament using finite element analysis. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2010 Dez;25(10):1042–6.
61. Bergfeld JA, McAllister DR, Parker RD, Valdevit AD, Kambic H. The effects of tibial rotation on posterior translation in knees in which the posterior cruciate ligament has been cut. J Bone Joint Surg Am. 2001 Set;83-A(9):1339–43.
62. Papannagari R, DeFrate LE, Nha KW, Moses JM, Moussa M, Gill TJ, et al. Function of posterior cruciate ligament bundles during in vivo knee flexion. Am J Sports Med. 2007 Set;35(9):1507–12.
63. Markolf KL, Feeley BT, Jackson SR, McAllister DR. Where should the femoral tunnel of a posterior cruciate ligament reconstruction be placed to best restore anteroposterior laxity and ligament forces? Am J Sports Med. 2006 Abr;34(4):604–11.
64. Oakes DA, Markolf KL, McWilliams J, Young CR, McAllister DR. The effect of femoral tunnel position on graft forces during inlay posterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2003 Out;31(5):667–72.
65. Handy MH, Blessey PB, Kline AJ, Miller MD. The graft/tunnel angles in posterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric comparison of two techniques for femoral tunnel placement. Arthroscopy. 2005 Jun;21(6):711–4.
66. Kim S-J, Chang J-H, Kang Y-H, Song D-H, Park K-Y. Clinical comparison of anteromedial versus anterolateral tibial tunnel direction for transtibial posterior cruciate ligament reconstruction: 2 to 8 years' follow-up. Am J Sports Med. 2009 Abr;37(4):693–8.
67. Huang T-W, Wang C-J, Weng L-H, Chan Y-S. Reducing the «killer turn» in posterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2003 Set;19(7):712–6.
68. Ohkoshi Y, Nagasaki S, Yamamoto K, Urushibara M, Tada H, Shigenobu K, et al. A new endoscopic posterior cruciate ligament reconstruction: Minimization of graft angulation. Arthroscopy. 2001 Mar;17(3):258–63.
69. Wong T, Wang C-J, Weng L-H, Hsu S-L, Chou W-Y, Chen J-M, et al. Functional outcomes of arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction: comparison of anteromedial and anterolateral trans-tibia approach. Arch Orthop Trauma Surg. 2009 Mar;129(3):315–21.
70. Sheps DM, Otto D, Fernhout M. The anatomic characteristics of the tibial insertion of the posterior cruciate ligament. Arthroscopy. 2005 Jul;21(7):820–5.
71. Kim S-J, Choi C-H, Kim H-S. Arthroscopic posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. Arthroscopy. 2004 Jul;20 Suppl 2:149–54.
72. MacGillivray JD, Stein BES, Park M, Allen AA, Wickiewicz TL, Warren RF. Comparison of tibial inlay versus transtibial techniques for isolated posterior cruciate ligament reconstruction: minimum 2-year follow-up. Arthroscopy. 2006 Mar;22(3):320–8.
73. Andrews JR, Edwards JC, Satterwhite YE. Isolated posterior cruciate ligament injuries. History, mechanism of injury, physical findings, and ancillary tests. Clin Sports Med. 1994 Jul;13(3):519–30.
74. Papalia R, Osti L, Del Buono A, Denaro V, Maffulli N. Tibial inlay for posterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. Knee. 2010 Ago;17(4):264–9.
75. Panchal HB, Sekiya JK. Open tibial inlay versus arthroscopic transtibial posterior cruciate ligament reconstructions. Arthroscopy. 2011 Set;27(9):1289–95.
76. Mariani PP, Margheritini F, Bellelli A. Bone mineral density of the proximal metaphysis of tibia: clinical relevance in posterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005 Mai;13(4):263–7.
77. Gupta A, Lattermann C, Busam M, Riff A, Bach BR, Wang VM. Biomechanical evaluation of bioabsorbable versus metallic screws for posterior cruciate ligament inlay graft fixation: a comparative study. Am J Sports Med. 2009 Abr;37(4):748–53.
78. Wang C-J, Chen H-H, Chen H-S, Huang T-W. Effects of knee position, graft tension, and mode of fixation in posterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric knee study. Arthroscopy. 2002 Jun;18(5):496–501.
79. Margheritini F, Rihn JA, Mauro CS, Stabile KJ, Woo SL-Y, Harner CD. Biomechanics of initial tibial fixation in posterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2005 Out;21(10):1164–71.
80. Lee YS, Wang JH, Bae JH, Lim HC, Park JH, Ahn JH, et al. Biomechanical evaluation of cross-pin versus interference screw tibial fixation using a soft-tissue graft during transtibial posterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2009 Set;25(9):989–95.
81. Zantop T, Lenschow S, Lemburg T, Weimann A, Petersen W. Soft-tissue graft fixation in posterior cruciate ligament reconstruction: evaluation of the effect of tibial insertion site on joint kinematics and in situ forces using a robotic/UFS testing system. Arch Orthop Trauma Surg. 2004 Nov;124(9):614–20.

82. Jung YB, Jung H-J, Tae SK, Lee YS, Yang DL. Tensioning of remnant posterior cruciate ligament and reconstruction of anterolateral bundle in chronic posterior cruciate ligament injury. Arthroscopy. 2006 Mar;22(3):329–38.

83. Deehan DJ, Salmon LJ, Russell VJ, Pinczewski LA. Endoscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: results at minimum 2-year follow-up. Arthroscopy. 2003 Nov;19(9):955–62.

84. Giffin JR, Stabile KJ, Zantop T, Vogrin TM, Woo SL-Y, Harner CD. Importance of tibial slope for stability of the posterior cruciate ligament deficient knee. Am J Sports Med. 2007 Set;35(9):1443–9.

85. Cao M, Stefanovic-Racic M, Georgescu HI, Fu FH, Evans CH. Does nitric oxide help explain the differential healing capacity of the anterior cruciate, posterior cruciate, and medial collateral ligaments? Am J Sports Med. 2000 Abr;28(2):176–82.

86. MacLean CL, Taunton JE, Clement DB, Regan WD, Stanish WD. Eccentric kinetic chain exercise as a conservative means of functionally rehabilitating chronic isolated insufficiency of the posterior cruciate ligament. Clin J Sport Med. 1999 Jul;9(3):142–50.

87. Escamilla RF, Zheng N, MacLeod TD, Imamura R, Edwards WB, Hreljac A, et al. Cruciate ligament tensile forces during the forward and side lunge. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2010 Mar;25(3):213–21.

88. Quelard B, Sonnery-Cottet B, Zayni R, Badet R, Fournier Y, Hager J-P, et al. Isolated posterior cruciate ligament reconstruction: is non-aggressive rehabilitation the right protocol? Orthop Traumatol Surg Res. 2010 Mai;96(3):256–62.

AGRADECIMENTOS

À Srª Dª Catarina Lopes do Serviço de Formação e Aperfeiçoamento Profissional dos Hospitais da Universidade de Coimbra pela dedicação e diligência com que disponibilizou os artigos solicitados.

Texto em conformidade com as regras do novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, convertido pelo programa Lince (© 2010 - ILTEC).