


# Ligamentoplastia do Cruzado Anterior: Fluxograma das Opções Técnicas e Relação com o Instrumental

## Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Flowchart of Technical Options and Relationship with the Instrument Sets

Francisco Guerra Pinto <sup>1</sup> \*#, Rita Alçada<sup>2#</sup>, Jácome Pacheco<sup>1</sup>, Gonçalo Moraes Sarmento<sup>1</sup>, Carlos Martinho<sup>2</sup>, António Martins<sup>1</sup>

1. Hospital Ortopédico de Sant'Ana, Parede, Portugal
2. Serviço de Ortopedia, Hospital de Cascais, Dr. José de Almeida, Cascais, Portugal

#Joint first authors /Co-primeiros autores

<https://doi.org/>

### RESUMO

A reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das cirurgias ortopédicas mais frequentemente realizadas. Apesar da extensa literatura disponível é difícil encontrar uma descrição pragmática das diferentes variantes técnicas que permita guiar as múltiplas decisões cirúrgicas.

Neste artigo de revisão são descritas as variantes técnicas da ligamentoplastia do LCA de forma sistemática, nomeadamente na colheita e preparação do enxerto, na realização de túneis e na fixação do enxerto. É descrita a hipótese de suplementar a plastia com a reconstrução ou tenodese anterolateral. Nesta revisão inclui-se uma dissertação sobre potenciais dificuldades intra-operatórias e respetivas soluções, como a conspurcação da plastia, o posicionamento sub-ótimo dos túneis e a fixação insuficiente da plastia.

É opinião dos autores que a ligamentoplastia do LCA pode ser dificultada pela tentativa do cirurgião em adaptar o seu gesto ao instrumental disponível. Como tal é sugerida uma técnica cirúrgica simplificada com um algoritmo independente das especificidades de cada instrumental.

**Palavras-chave:** Lesões do Ligamento Cruzado Anterior/cirurgia; Ligamento Cruzado Anterior/cirurgia; Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior/métodos

**Autor Correspondente/Corresponding Author:** Rita Alçada [rita.alcada@gmail.com], Avenida Brigadeiro Victor Novais Gonçalves, Hospital de Cascais (serviço de Ortopedia), Alcabideche

**Recebido/Received:** 2024/01/27 **Aceite/Accepted:** 2024/03/13 **Publicado online/Published online:** - **Publicado/Published:** 2024/06/03

© Author(s) [or their employer(s)] 2024. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. Published by Orthopedic SPOT.

© Autor (es) [ou seu (s) empregador (es)] 2024. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC. Nenhuma reutilização comercial. Publicado por Orthopedic SPOT.

## ABSTRACT

The anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is one of the most frequently performed orthopedic surgeries. Despite the extensive literature available, it is difficult to find a pragmatic description of the different technical variants that can guide multiple surgical decisions.

In this review article, the technical variants of ACL reconstruction are systematically described, namely in the collection and preparation of the graft, in the creation of tunnels and in the fixation of the graft. The hypothesis of supplementing the reconstruction with an anterolateral reconstruction or tenodesis is described. This review includes a discussion on potential intraoperative difficulties and their respective solutions, such as graft contamination, sub-optimal positioning of the tunnels and insufficient fixation of the graft.

It is the opinion of the authors that the ACL reconstruction can become more complex due to the surgeon's attempt to adapt his technique to the available commercial set. As so, we suggest a simplified surgical technique with an algorithm which is independent from the specificities of each set.

**Keywords:** Anterior Cruciate Ligament/surgery; Anterior Cruciate Ligament Injuries/surgery; Anterior Cruciate Ligament Reconstruction/methods

## INTRODUÇÃO

A reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) apresenta múltiplas opções técnicas para os diversos gestos cirúrgicos.<sup>1-3</sup> É difícil encontrar uma descrição clara e pragmática dos detalhes técnicos e das especificidades das diferentes variantes. Durante esta cirurgia são exigidas ao cirurgião dezenas de pequenas decisões com impacto no sucesso cirúrgico, sendo crucial considerá-las separadamente.

O objetivo deste trabalho consiste na sistematização das diversas opções técnicas disponíveis na reconstrução do LCA, nomeadamente na colheita e preparação do enxerto, na realização de túneis e na fixação da plastia (Tabela 1). No final desta revisão, propõe-se uma técnica de ligamentoplastia do LCA simples, reproduzível e independente das especificidades de cada instrumental.

Tabela 1. Tabela ilustrativa das decisões técnicas globalmente apresentadas ao cirurgião na ligamentoplastia do LCA

|         |            |          |           |                         |
|---------|------------|----------|-----------|-------------------------|
| Enxerto | Tipo       | Incisão  | Material  | Preparação              |
| Túneis  | Footprint  | Extensão | Direção   |                         |
| Fixação | Compressão | Expansão | Suspensão | Preservação da inserção |

miro

## 1. OPÇÕES TÉCNICAS E SUAS VANTAGENS E DESVANTAGENS

Descrevem-se as opções técnicas existentes para os diferentes gestos cirúrgicos da reconstrução do LCA, referindo-se sucintamente as principais vantagens e desvantagens das mesmas.

### 1.1. Colheita de Enxerto

#### Escolha de Enxerto

Os enxertos mais frequentemente utilizados incluem isquiotibiais (IT), osso-tendão-osso (OTO), quadricípide, aloenxerto e enxertos sintéticos, sendo que os dois últimos se associam a maior risco de falência.<sup>2,4</sup>

O autoenxerto de isquiotibiais é o enxerto mais frequentemente utilizado, com resultados reproduzíveis, tendencialmente semelhantes aos do OTO. Está associado a menor morbidade da zona dadora e, possivelmente, a um menor risco de progressão para osteoartrose.<sup>2,5</sup> O enxerto OTO tem a vantagem de uma integração mais rápida e, em alguns estudos, apresentou menor taxa de revisão que os IT.<sup>3</sup> O autoenxerto de quadricípide associa-se a menor morbidade da zona dadora, estando a ganhar popularidade.<sup>3,4</sup>

#### Incisão

O colo do peróneo e a tuberosidade anterior da tibia são relevantes referências anatómicas para a colheita de IT.<sup>2,5</sup> A

incisão pode ser antero-interna (vertical ou oblíqua) ou posterior para colheita de semi-tendinoso<sup>6</sup> (Anexo 1).

No caso da ligamentoplastia com enxerto OTO a colheita pode ser feita com recurso a vias mini-invasivas por duas pequenas incisões, com uma redução da dor anterior no pós-operatório.<sup>7</sup> Também a colheita de enxerto quadricipital pode fazer-se por uma abordagem mini-invasiva.<sup>8</sup>

### Tenótomo

Os tenótomos podendo ser rombos ou cortantes; redondos ou afilados; fechados ou abertos (estes últimos com sistema de encerramento com ou sem bloqueio).<sup>9</sup>

Os tenótomos abertos têm a vantagem de permitir preservar a inserção distal; os tenótomos rombos diminuem o

risco de corte inadvertido do tendão; os tenótomos afilados podem permitir um enxerto de maior comprimento e melhor qualidade.<sup>9</sup>

Preferem-se os tenótomos não cortantes, devido aos antecedentes de plastias cortadas antes da junção musculotendinosa (Anexo 2).

### Desinserção dos Isquiotibiais

A inserção distal dos IT pode ou não ser preservada durante a colheita de enxerto. Considera-se que a preservação da inserção diminui a probabilidade de migração proximal durante a colheita. Uma vez que o semi-tendinoso e o *gracilis* apresentam uma inserção distal em contiguidade, a manutenção desta pode ajudar a encontrar o segundo tendão durante a colheita (Fig. 1).

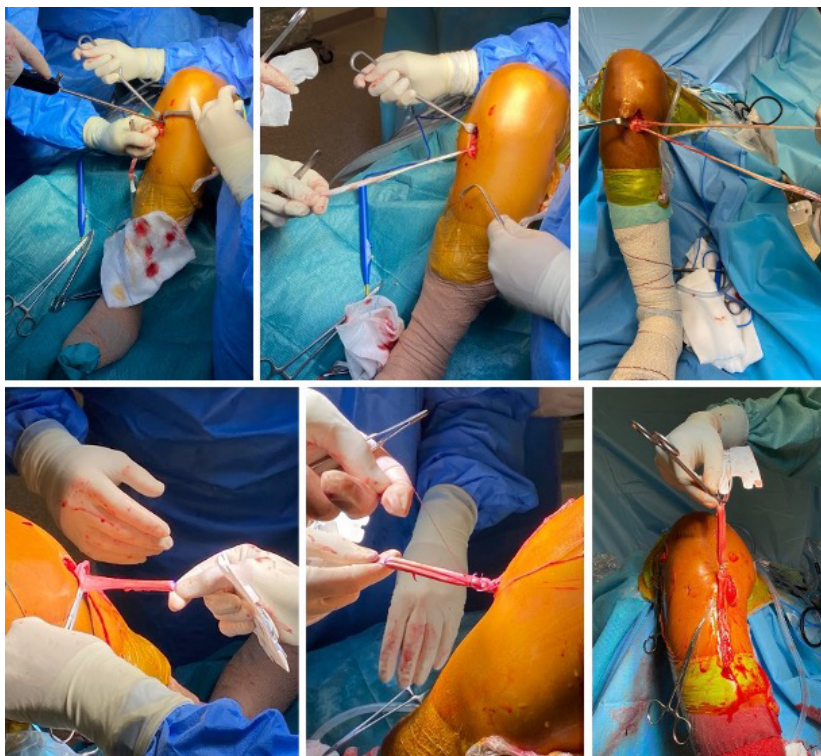


Figura 1. Colheita dos isquio-tibiais e preparação da plastia sem desinserção. Nas três primeiras imagens (em cima) é ilustrado o processo de colheita do semi-tendinoso e do *gracilis* preservando a sua inserção tibial. Nas três últimas imagens (em baixo) demonstra-se a preparação da plastia com preservação da inserção distal dos tendões, constituindo-se um feixe quádruplo.

### Colheita de Um ou Dois Tendões

Com o intuito de manter a força muscular de flexão e considerando o papel dos isquiotibiais no controlo da translação anterior da tibia, existe um interesse crescente em utilizar isoladamente o semi-tendinoso, preservando o *gracilis*. A colheita isolada do semi-tendinoso parece associar-se a menor diminuição da força de flexão em estudos biomecânicos,

permanecendo por esclarecer se estes resultados têm tradução clínica.<sup>10,11</sup>

A colheita de semi-tendinoso do joelho contralateral pode, também, ser uma opção viável com pouca morbilidade do local dador e com recuperação funcional completa aos 12 meses.<sup>12,13</sup>

## 1.2. Preparação da Plastia

### Preparação Preservando ou Não a Inserção

A preparação da plastia pode fazer-se preservando a inserção dos IT (Fig. 1).

A preservação da inserção procura contornar o problema biológico do enxerto livre (necrose nas primeiras 4 semanas), com potencial risco de falência no período de revascularização.<sup>14</sup> Ao manter a inserção procura-se evitar a fase de necrose e obter a vantagem mecânica da sua continuidade com a tibia, verificando-se bons a excelentes resultados clínicos.<sup>15-17</sup>

### Enxerto Triplo ou quádruplo de Isquiotibiais

Frequentemente utiliza-se um enxerto quádruplo composto por semi-tendinoso e *gracilis*.<sup>18,19</sup> O enxerto de semi-tendinoso isolado pode ser triplo ou quádruplo.<sup>18,19</sup>

Na literatura, um diâmetro inferior a 8-8,5 mm está associado a um maior risco de falência da plastia.<sup>19-23</sup> Este limiar deverá ser tido em conta para a decisão quanto ao número de tendões a colher e quanto ao número de feixes que irão integrar a plastia.

### Técnica de Sutura da Plastia

Existem múltiplas técnicas de sutura descritas e diversos dispositivos específicos para facilitar este passo.

As suturas mais frequentemente realizados são do tipo Krackow, do tipo *baseball* ou *whipstitch*. Biomecanicamente, a sutura do tipo Krackow parece ser superior e a *whipstitch* apresenta pior desempenho.<sup>24,25</sup>

## 1.3. Realização dos Túneis (Anexo 3)

O incorreto posicionamento dos túneis é dos principais erros técnicos, condicionando os resultados clínicos, com maior risco de instabilidade rotatória e de falência.<sup>2</sup>

Não parece haver vantagens numa reconstrução com duplo túnel, uma vez que tem uma curva de aprendizagem maior e não está associada a melhores resultados clínicos, redução do risco de falência ou de osteoartrose.<sup>1,26,27</sup>

### Footprint

A reconstrução anatómica do LCA implica um conhecimento anatómico detalhado das suas inserções.<sup>28</sup> Um dos maiores contributos do Freddie Fu para a literatura foi a detalhada descrição do *footprint* dos dois feixes do LCA.

O LCA é geralmente descrito como constituído por dois feixes, um feixe anteromedial (AM) e um posterolateral (PL),<sup>29</sup>

tendo por base a inserção tibial. No fémur o feixe AM origina-se mais proximalmente que o PL.<sup>29,30</sup>

A inserção tibial é oval, ocupando uma área significativa entre as espinhas da tibia [75 a 175 mm<sup>2</sup>].<sup>29,31</sup>

No fémur, o limite anterior da inserção do LCA é a crista intercondiliana lateral, estando os dois feixes separados pela crista bifurcada.<sup>30,32</sup> A inserção femoral na face interna do côndilo femoral externo tem, aproximadamente, 18 mm de comprimento por 10 mm de largura.<sup>33</sup>

Num estudo recente, Yoo *et al* não verificaram diferenças clínicas, na estabilidade ou evolução imagiológica com diferentes posicionamentos dos túneis tibial e femoral.<sup>28</sup>

### Túneis Completos ou Incompletos (Fig. 2)

A técnica *all-inside* com a realização de túneis incompletos tem ganho popularidade. Implica menor brocagem óssea podendo diminuir a dor no pós-operatório, reduzir a mobilidade do enxerto e a extravasão de líquido sinovial.<sup>34,35</sup> Os túneis incompletos permitem que seja utilizado apenas um tendão isquiotibial, habitualmente o semi-tendinoso. Esta técnica implica geralmente material específico, havendo algumas variantes descritas com brocas flexíveis, dispensando o sistema de brocas retrógradas.<sup>34,36</sup>

Apesar dos argumentos teóricos a favor da técnica *all-inside*, não está demonstrado um claro benefício clínico.<sup>35,37</sup> Um estudo randomizado controlado recente verificou uma maior laxidez relativa e menor maturidade do enxerto do que com a técnica *standard*.<sup>35</sup> Revisões sistemáticas e meta-análises também não demonstram superioridade dos resultados da técnica *all inside*.<sup>36,37</sup>

A realização de túneis completos permite maior versatilidade na preparação do enxerto, maior variabilidade na escolha do método de fixação e permite a reversibilidade das etapas cirúrgicas.

### Direção

A direção da perfuração dos túneis pode ser *inside-out* ou *outside-in* como explicitado abaixo (Fig. 2).

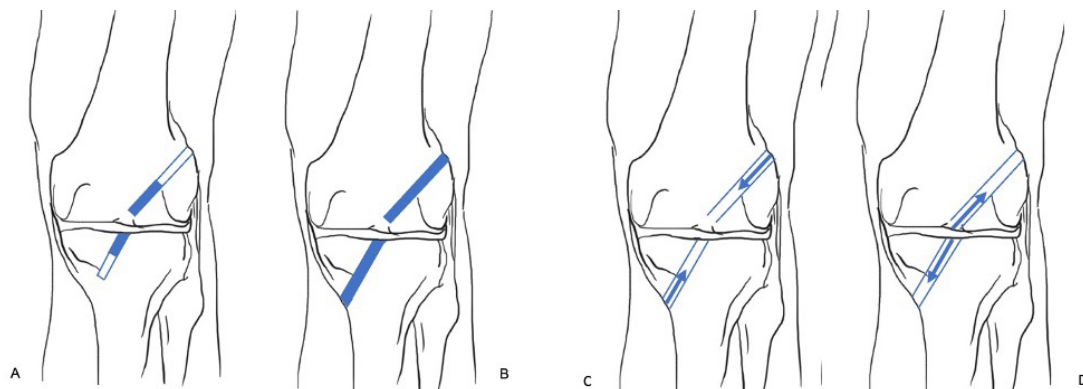


Figura 2. Túneis incompletos [A] ou completos [B] e Direção dos tuneis *outside-in* [C] ou *inside-out* [D]. Apresentam-se figuras ilustrativas dos tuneis incompletos (A) ou completos (B) quer na tíbia quer no fémur (à esquerda). Sendo uma opção a realização de um túnel femoral incompleto associado a um túnel tibial completo. À direita ilustra-se as opções para a direção de colocação do fio guia e de realização dos tuneis: *outside-in* [C] ou *inside-out* [D].

### Túneis Progressivos ou Não Progressivos

A brocagem dos túneis pode ser feita logo com o diâmetro final pretendido ou de forma progressiva (começando com uma broca de menores dimensões e aumentando o seu diâmetro gradualmente), o que permite que o soro arrefeça o trajeto ósseo e se evite o sobreaquecimento potencialmente prejudicial para a integração do enxerto.<sup>13</sup> A perfuração progressiva permite também pequenos ajustes na posição do fio guia (Fig. 3).

#### 1.3.1. Realização do Túnel Femoral

##### Direção

A realização do túnel femoral por via transtibial, classicamente utilizada, associa-se a uma reconstrução com posicionamento tendencialmente não anatómico, pelo que nos focámos na abordagem *outside-in* e *inside-out* transportal (doravante designada apenas *inside-out*).<sup>38,39</sup>

A técnica *inside-out* pode implicar a realização de um portal acessório anteromedial para permitir realizar o túnel com uma localização e orientação adequadas<sup>2</sup>.

A realização do túnel *outside-in* parece associar-se a maior comprimento médio do túnel, maior área de contacto com o parafuso de interferência e maior consistência na realização dos túneis do que quando realizado *inside-out*.<sup>40,41</sup> Ambas as técnicas se associam a um posicionamento dos túneis semelhante, sem diferença na integração do enxerto ou nos resultados clínicos, sendo possível obter bons resultados tanto com a técnica *outside-in* como a *inside-out*<sup>40</sup> (Fig. 2).

##### Angulação

A angulação do túnel femoral pode influenciar o stress nos túneis tibial e femoral e no enxerto.<sup>42</sup> Uma angulação coronal e sagital de 45° pode causar menos *stress* na entrada dos túneis e no enxerto.<sup>42</sup>

#### 1.3.2. Realização do Túnel Tibial

##### Direção

A realização do túnel tibial *inside-out* ou *outside in* não parece influenciar significativamente o posicionamento e direção do túnel tibial.<sup>43</sup>

##### Angulação

O aspeto mais importante, no que toca a angulação do túnel tibial, é a orientação final da plastia.<sup>44</sup> Um estudo recente com ressonância magnética reportou ângulos ideais, entre o LCA e o planalto tibial no plano sagital de cerca de 45° e no plano coronal de, aproximadamente, 69°.<sup>45</sup>

### 1.4. Fixação do Enxerto

A forma de fixação do enxerto determina as propriedades mecânicas da plastia no período pós-operatório imediato, sendo o fator limitante no período de integração do enxerto, sobretudo nas primeiras 6-8 semanas.<sup>2</sup> Atualmente estão disponíveis múltiplas formas de fixação eficazes, sendo difícil encontrar comparações biomecânicas fidedignas<sup>2</sup> (Anexo 4).

O alargamento dos túneis parece estar mais relacionado com fatores biológicos do que mecânicos. Existe alguma evidência de que a distância da articulação ao método de fixação poderá ser um fator importante no risco de posterior alargamento dos túneis.<sup>46,47</sup>

#### 1.4.1. Fixação Femoral

A fixação femoral pode ser obtida por compressão, por expansão ou por suspensão. A forma mais frequente de fixação por compressão consiste na utilização de parafusos de interferência (de metal ou absorvíveis). Uma alternativa é a fixação *press-fit* na ligamentoplastia com OTO.<sup>2,48</sup> Os botões constituem a forma mais comum de suspensão da plastia<sup>2</sup> (Fig. 3).



Os dispositivos mais utilizados são os botões corticais, os pinos transfemorais (expansão) e os parafusos de interferência.<sup>49</sup> Não parece haver diferença nos resultados em termos de estabilidade, falência e resultados funcionais entre os 3 tipos de dispositivos.<sup>47,50,51</sup>

#### 1.4.2. Fixação Tibial

A menor densidade óssea da tíbia e a necessidade de resistir a forças paralelas ao túnel ósseo tornam a fixação tibial mais desafiante do que a femoral.<sup>2</sup>

A fixação tibial pode fazer-se com dispositivos de compressão, expansão (sistema de expansão com bainha que é fixa e expandida com parafuso) e de ancoragem cortical<sup>2</sup> (Anexo 4, Fig. 3).

Num estudo recente baseado no registo Neozelandês (6145 reconstruções de LCA), verificou-se uma maior taxa de revisão com parafuso de interferência na tíbia quando comparada com dispositivo de suspensão.<sup>52</sup> Efetivamente,

um estudo em animais verificou que a utilização de parafusos de interferência na tíbia está associada a perda precoce (nas primeiras 24 horas) da força exercida no enxerto pelo parafuso.<sup>53</sup> Pode, ainda, piorar as propriedades biomecânicas do enxerto.<sup>54</sup>

Uma alternativa é a combinação de sistemas compressão (sendo osso autólogo uma alternativa) e fixação cortical, resultando em propriedades mecânicas superiores.<sup>2,55</sup>

A nível tibial, uma forma alternativa de fixação é a preservação da inserção dos isquiotibiais, permitindo simultaneamente resolver problemas mecânicos e biológicos. Biologicamente, verifica-se uma maior maturidade do enxerto nos primeiros seis meses otimizando o processo de ligamentização.<sup>17,56,57</sup> Mecanicamente demonstrou ser superior à fixação com um parafuso de interferência num estudo em cadáver.<sup>58</sup> Apesar das vantagens descritas, estas não têm comprovada tradução nos resultados clínicos.<sup>56,57</sup>

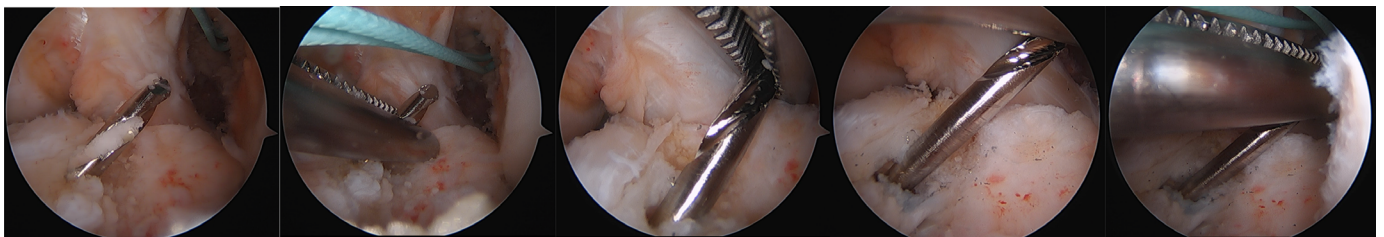


Figura 3. Perfuração progressiva com otimização de posicionamento do fio guia. Manipulação progressiva do fio guia com Kocher intra-articular durante perfuração com brocas progressivamente de maior diâmetro. Este gesto permite corrigir milimetricamente posicionamento dos túneis, otimizando a sua posição.

### 1.5. Aumentos Ligamentares Extra-Articulares: Reforço Anterolateral

Apesar dos esforços para otimizar os resultados da ligamentoplastia do LCA, em cerca de 25% dos doentes verifica-se ainda uma instabilidade rotatória anterolateral residual associada a um *pivot-shift* positivo e a piores resultados funcionais.<sup>59,61</sup> Assim, existe um interesse crescente na realização de procedimentos acessórios que possam garantir a estabilidade rotacional e evitar resultados sub-óptimos.<sup>60,62-65</sup>

É de referir que a realização de tenodese antero-lateral foi uma prática corrente até ao AASSM *Consensus*, de 1989. Com fraca evidencia científica foi deliberado que os gestos extra-articulares eram desnecessários e massificou-se, assim, uma atitude permissiva perante a laxidez rotatória residual.<sup>66</sup>

A reconstrução do ligamento anterolateral associada à ligamentoplastia do LCA traduz-se não só em menor instabilidade rotacional residual, como está associada a uma redução

do risco de falência da plastia, tendo um efeito protetor da mesma.<sup>13,60-63</sup>

Não existe consenso relativamente às indicações para a adição de reconstrução anterolateral.<sup>60,61,63,67</sup> Determinados critérios são repetidamente citados, nomeadamente critérios relacionados com as características individuais do doente como a prática de desportos de contacto ou de *pivot*, doentes adolescentes ou laxidez ligamentar generalizada.<sup>59,62,67-71</sup> Também dados do exame objetivo e características da rotura devem ser consideradas, nomeadamente doentes com fratura de Segond, cirurgias de revisão e um *pivot-shift* pré-operatório igual ou superior a 2.<sup>59,62,67-71</sup>

Existem múltiplas variantes técnicas descritas para a realização da reconstrução anatómica do ligamento anterolateral e da tenodese, sem superioridade demonstrada de nenhuma técnica.<sup>13,72</sup> O reforço anterolateral, pela sua distância ao centro do joelho, tem um braço de alavanca favorável para controlar a rotação.<sup>13,72</sup>

Existe a preocupação de que a tenodese anterolateral possa implicar uma constrição excessiva da rotação interna em flexão (com risco de osteoartrite), mas tal não se verificou em estudos clínicos.<sup>62,63,73</sup> Um ponto fulcral a considerar é o *footprint* do ligamento anterolateral. A sua inserção femoral localiza-se proximal e posteriormente ao epicôndilo lateral.<sup>62</sup>

## 1.6. Resolução de Problemas Intraoperatórios

Sugerem-se algumas soluções pragmáticas para problemas que podem surgir durante a ligamentoplastia do LCA e que são com menor frequência abordados na literatura.

### Posicionamento do Fio Guia em Local Diferente do Desejado/Previsto pelo Orientador

Um erro técnico frequentemente citado na literatura é o mau posicionamento dos túneis. Quando o fio guia é colocado alguns milímetros ao lado do ponto desejado é difícil recolocá-lo (a sua reintrodução é frequentemente orientada para o primeiro orifício). A possibilidade de correção gradual da localização do *footprint* é uma das vantagens de brocar de forma progressiva os túneis. Ao passar inicialmente com a broca de menor diâmetro disponível (habitualmente de 4 ou 5 mm), podemos reposicionar (com uma Kocher intra-articular, por exemplo) o fio guia na periferia do túnel já realizado e, forçando progressivamente as brocas no sentido desejado, corrigir gradualmente a localização do *footprint* final, criando um orifício oval (Fig. 3).

### Conspuração da Plastia

A conspurcação da plastia por queda no solo é uma complicação que pode acontecer a qualquer cirurgião. Um quarto dos cirurgiões reportaram contaminação do enxerto de ligamentoplastia do LCA pelo menos uma vez na sua carreira.<sup>2,74</sup> A maioria dos clínicos opta por procurar descontaminar o enxerto e continuar a cirurgia, enquanto apenas 18% optam por colher outro autoenxerto e 7% utilizam aloenxerto (dependente da disponibilidade, com custos associados e com eventual prejuízo dos resultados funcionais) nestes casos.<sup>2,75</sup>

Não existe uma estratégia comprovadamente superior para descontaminação da plastia.<sup>2,76</sup> Os microrganismos que mais frequentemente contaminam o enxerto são *Staphylococci*, bacilos e *Propionibacterium acnes*.<sup>2,76</sup> A clorexidina a 4% parece ser mais eficaz na descontaminação do que uma solução de iodopovidona ou soluções antibióticas.<sup>2,76,77</sup> A utilização de clorexidina a 2% pode ser igualmente efetiva, sendo especialmente eficaz associada a solução antibiótica tripla.<sup>2</sup> Hussein *et al* propõe um protocolo de descontaminação (Anexo 5).<sup>2</sup> O processo de descontaminação pode

interferir com as características biomecânicas do enxerto, podendo comprometer os resultados.<sup>2,74,78</sup>

### Fixação Inadequada

Quando a fixação escolhida foi insuficiente, pode ser substituída ou suplementada (Anexo 4).<sup>2</sup>

Uma fixação suplementar com anilha, poste (com parafuso e anilha, por exemplo) ou grampo pode ser facilmente adicionada.<sup>2</sup> Na tibia, a fixação com grampo suplementar tem bons resultados.<sup>2</sup> Em caso de lesão do córtex femoral na extremidade do túnel que impeça fixação com botão, pode utilizar-se parafuso de interferência ou um parafuso com anilha para suspensão da sutura.<sup>2,79</sup>

## 2. ALGORITMO TÉCNICO INDEPENDENTE DO INSTRUMENTAL COMERCIAL

Apresenta-se uma técnica cirúrgica que evita uma dependência de material específico com disponibilidade limitada (Tabela 2).

Como ilustrado na Tabela 2, é colhido um enxerto de semitendinoso e *gracilis* através de uma incisão anterior oblíqua com manutenção da inserção dos IT. A preparação é feita com preservação da inserção dos IT, com uma sutura tipo Krackow, constituindo-se um enxerto quádruplo que preserva a inserção dos IT.

Dado a manutenção da inserção nesta técnica os autores propõem a realização de túneis completos

Os *footprints* são localizados no centro da inserção original do LCA. A perfuração é realizada com brocas progressivas.

O túnel femoral é realizado em direção *outside-in* dado não depender da realização de um portal anteromedial acessório e por ser tecnicamente menos complexo. Também o túnel tibial é feito *outside-in*, permitindo uma boa visualização do *footprint* do LCA e a realização do túnel de forma confortável com brocas convencionais. Após a colocação do fio guia é confirmada a inexistência de conflito em extensão.

A fixação da plastia faz-se utilizando parafusos de interferência no fémur e na tibia. Recomenda-se no fémur um parafuso de diâmetro 1 mm acima do tamanho do túnel. Uma alternativa para a fixação femoral, quando disponível, é a utilização um sistema extra-túnel de suspensão (botão) (Fig. 5).

A fixação tibial é essencialmente garantida pela preservação da inserção dos isquiotibiais. A fixação tibial é ainda suplementada com um parafuso de interferência de diâmetro 1

mm inferior ao do túnel (Fig. 5) com o intuito de impedir a extravasão do hematoma intra-túnel, e não de conferir estabilidade mecânica.

Tabela 2. Algoritmo técnico independente de material específico de acessibilidade variável

| Enxerto | Tipo                            | Incisão                         | Material                            | Local de Preparação         | Preparação        |
|---------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
|         | IT Duplo                        | Anterior oblíqua                | Tenótomo aberto mantendo a inserção | No doente mantendo inserção | Plastia quadrupla |
| Túneis  | Footprint                       | Extensão                        | Direcção                            |                             |                   |
| Femoral | Inserção no centro do footprint | Completo                        | Outside-in                          |                             |                   |
| Tibial  | Inserção no centro do footprint | Completo                        | Outside-in                          |                             |                   |
| Fixação | Compressão                      | Suspensão                       | Preservação da inserção             |                             |                   |
| Femoral | Parafuso de interferência       | Alternativa: Cortical com botão |                                     |                             |                   |
| Tibial  | Parafuso de interferência       |                                 | Preservação da inserção dos IT      |                             |                   |

miro

Apresenta-se uma técnica cirúrgica específica simples e reproduzível que permite alternativas independentes de instrumental específico (com disponibilidade limitada/variável). É uma técnica passível de adaptação às características próprias de cada doente, sendo possível rever passos cirúrgicos prévios em caso de necessidade.

Os autores mantêm um baixo limiar para associar uma tenodese anterolateral à ligamentoplastia do cruzado anterior (Anexo 6). Para a realização da tenodese antero-lateral utiliza-se uma fita de cerca de 1cm de banda iliotibial mantendo a sua inserção distal (Fig. 6). A inserção proximal,

como já referido, deve ser feita posterior e proximalmente ao epicôndilo externo de forma a prevenir uma eventual sobreconstrução em flexão (Fig. 6). A fixação proximal é feita com um parafuso de interferência (Fig. 6).

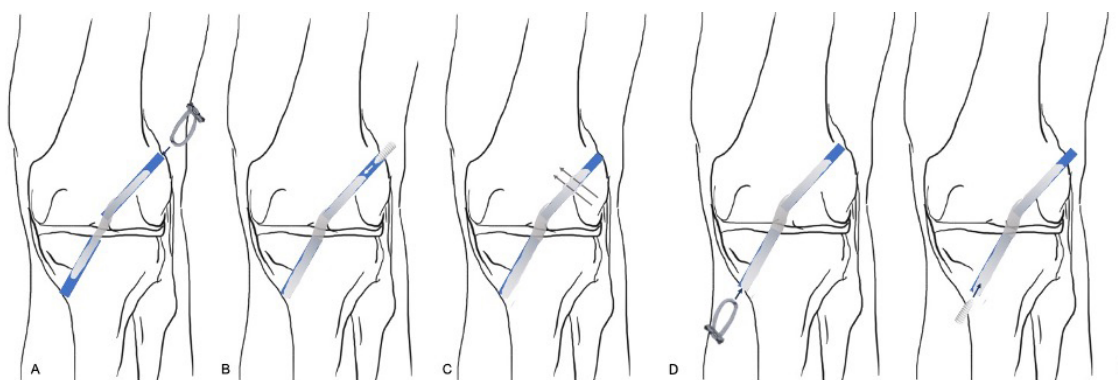


Figura 4. Sistemas de fixação femoral e tibial

Figuras ilustrativas dos sistemas de fixação, nomeadamente de sistemas de fixação femoral de suspensão (A), de compressão (B) e de expansão (C) e de sistemas de fixação tibial de suspensão (D) e de compressão (E).



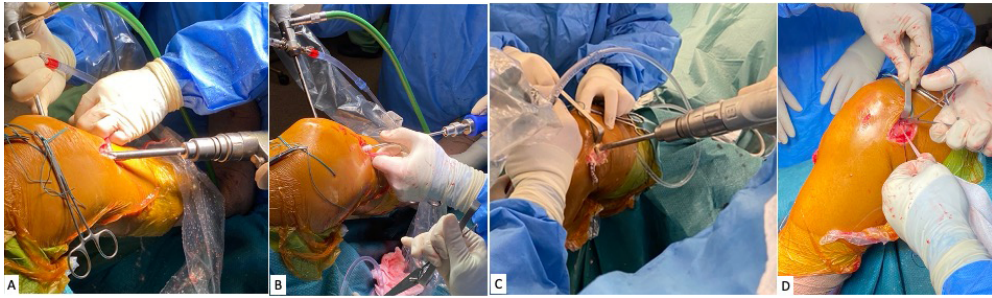


Figura 5. Realização de túnel tibial *outside-in*, colocação de parafuso de interferência na tíbia, realização de túnel femoral *outside-in* e colocação de botão de suspensão a nível femoral  
 Apresenta-se imagem clínica da técnica cirúrgica proposta. Observa-se a realização de túnel tibial *outside-in* (A), a fixação da plastia a nível tibial com parafuso de interferência suplementar (B) (além da preservação da inserção dos ísquio-tibiais), a realização de túnel femoral *outside-in* (C) e a fixação da plastia a nível femoral com botão de suspensão (alternativa de fixação em vez do parafuso de interferência, quando disponível).

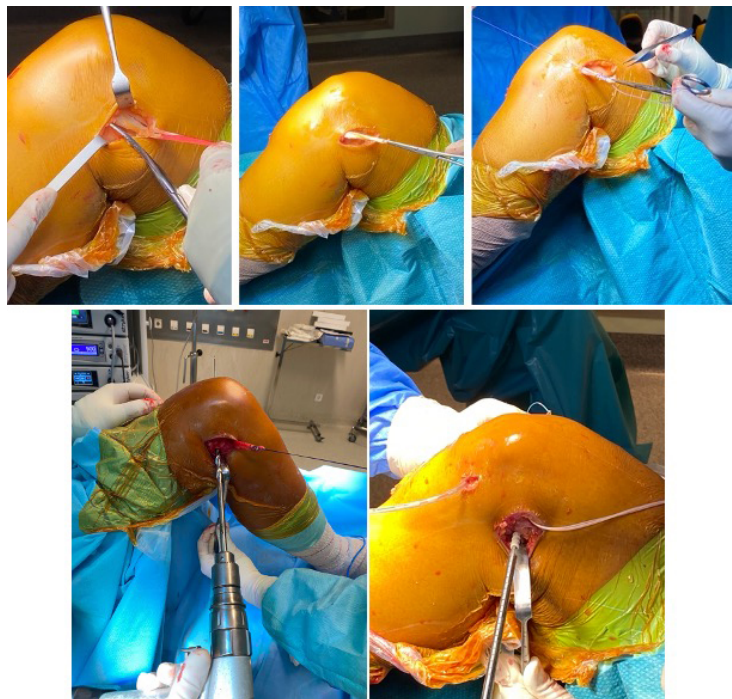


Figura 6. Colheita, preparação de tenodese anterolateral, realização de túnel e fixação de tenodese anterolateral com parafuso de interferência  
 Em cima: colheita e preparação de tenodese anterolateral; em baixo: realização de túnel (à esquerda) e fixação de tenodese com parafuso de interferência (em baixo à direita).

## CONCLUSÃO

O presente trabalho descreve as diferentes variantes possíveis nos sucessivos gestos cirúrgicos da ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior; explicitando as suas conhecidas vantagens e desvantagens, constituindo um documento pragmático de consulta rápida.

Adicionalmente, é sugerida uma técnica cirúrgica específica que permite alternativas independentes do instrumental específico. É uma técnica passível de adaptação às

características próprias de cada doente e seguindo o algoritmo descrito.

Assim, com este artigo os autores pretendem fomentar uma atitude de plasticidade mental do cirurgião durante a ligamentoplastia do LCA, apresentando um guia prático com as diversas opções técnicas disponíveis e com propostas para a decisão intraoperatória perante desvios do plano cirúrgico inicial.

## Agradecimentos / Acknowledgments

Os autores agradecem à Arquitecta Margarida Pablo Vasconcelos pelo seu contributo para as imagens incluídas neste artigo.

Os autores agradecem ao Dr. Rómulo Silva por ter revisto o manuscrito.

## Responsabilidades Éticas

**Conflitos de Interesse:** Os autores declaram não possuir conflitos de interesse.

**Suporte Financeiro:** O presente trabalho não foi suportado por nenhum subsidio ou bolsa.

**Proveniência e Revisão por Pares:** Não comissionado; revisão externa por pares.

## Ethical Disclosures

**Conflicts of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financial Support:** This work has not received any contribution grant or scholarship.

**Provenance and Peer Review:** Not commissioned; externally peer reviewed.

## Declaração de Contribuição

**FGP, RA, JP, GMS, CM e AM:** Fizeram contribuições substanciais para a conceção e o desenho do trabalho; revisão crítica; aprovaram a versão final a ser publicada; Declaram serem responsáveis por todos os aspectos do trabalho.

## Contributorship Statement

**FGP, RA, JP, GMS, CM and AM:** Substantial contributions to the conception, design of the work; critical review for important intellectual content; final approval of the version to be published; Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy.

## Referências

- Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. *EFORT Open Rev.* 2017;1:398-408. doi:10.1302/2058-5241.1.160032
- Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Practical Surgical Guide. Berlin: Springer; 2014.
- Buerba RA, Boden SA, Lesniak B. Graft Selection in Contemporary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2021;25:5:e21.00230. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00230
- Baawa-Ameyaw J, Plastow R, Begum FA, Kayani B, Jeddy H, Haddad F. Current concepts in graft selection for anterior cruciate ligament reconstruction. *EFORT Open Rev.* 2021;6:808-15. doi: 10.1302/2058-5241.6.210023
- Salvador A, Broch A, Delgado F, Reina de La Torre F. Salvador. El 'fibular cross point': un nuevo hito anatómico Una aportación a la técnica de extracción de los isquiotibiales en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Cuad Artroscop.* 2011;18:31-7
- Prodromos CC, Han YS, Keller BL, Bolyard RJ. Posterior mini-incision technique for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction graft harvest. *Arthroscopy.* 2005;21:130-7. doi: 10.1016/j.arthro.2004.09.010
- Gaudot F, Leymarie JB, Drain O, Boisrenoult P, Charrois O, Beaufilet P. Double-incision mini-invasive technique for BTB harvesting: its superiority in reducing anterior knee pain following ACL reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95:28-35. doi: 10.1016/j.otsr.2008.09.006
- Ollivier M, Cognault J, Pailhé R, Bayle-Iniguez X, Cavaignac E, Murgier J. Minimally invasive harvesting of the quadriceps tendon: Technical note. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107:102819. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102819
- Charalambous CP, Alvi F, Phaltankar P, Gagey O. Hamstring tendon harvesting—Effect of harvester on tendon characteristics and soft tissue disruption; cadaver study. *Knee.* 2009;16:183-6. doi: 10.1016/j.knee.2008.11.010
- Sengoku T, Nakase J, Asai K, Yoshimizu R, Sakurai G, Yoshida S, et al. The effect of gracilis tendon harvesting in addition to semitendinosus tendon harvesting on knee extensor and flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142:465-70. doi: 10.1007/s00402-021-03877-1
- Sharma A, Flanigan DC, Randall K, Magnussen RA. Does gracilis preservation matter in anterior cruciate ligament reconstruction? a systematic review. *Arthroscopy.* 2016;32:1165-73. doi: 10.1016/j.arthro.2015.11.027
- von Essen C, McCallum S, Eriksson K, Barenius B. Minimal graft site morbidity using autogenous semitendinosus graft from the uninjured leg: a randomised controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30:1639-45. doi: 10.1007/s00167-021-06686-6
- Noronha JC. Ligamento Cruzado Anterior. Porto: Multitema; 2013.
- Janssen RP, Scheffler SU. Intra-articular remodelling of hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:2102-8. doi: 10.1007/s00167-013-2634-5
- Sacramento SN, Magalhães E, Christel P, Ingham S, Fukuda TY. A new technique in double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with implant-free tibial fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:2831-7. doi: 10.1007/s00167-014-3430-6
- Ruffilli A, Pagliazzi G, Ferranti E, Busacca M, Capannelli D, Buda R. Hamstring graft tibial insertion preservation versus detachment in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized comparative study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016;26:657-64. doi: 10.1007/s00590-016-1812-9
- Grassi A, Casali M, Macchiarola L, Lucidi GA, Cucurnia I, Filardo G, et al. Hamstring grafts for anterior cruciate ligament reconstruction show better magnetic resonance features when tibial insertion is preserved. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29:507-18. doi: 10.1007/s00167-020-05948-z
- Krishna L, Tan XY, Wong FK, Toh SJ. A 5-strand hamstring autograft achieves outcomes comparable to those of a 4-strand hamstring autograft with a graft diameter of 8 mm or more in anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2018;6:3. doi: 10.1177/2325967118760815
- Figuerola F, Figuerola D, Espregueira-Mendes J. Hamstring autograft size importance in anterior cruciate ligament repair surgery. *EFORT Open Rev.* 2018;3:93-7. doi: 10.1302/2058-5241.3.170038
- Magnussen RA, Lawrence JT, West RL, Toth AP, Taylor DC, Garrett WE. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy.* 2012;28:526-31. doi: 10.1016/j.arthro.2011.11.024
- Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ Jr, Dhawan A. Hamstring autograft size can be predicted and is a potential risk factor for anterior cruciate ligament reconstruction failure. *Arthroscopy.* 2014;30:882-90. doi: 10.1016/j.arthro.2014.03.028
- Nazari G, Barton KI, Bryant D, Getgood A, Brown CH Jr. Five- and six-strand hamstring grafts consistently produce appropriate graft diameters for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29:2940-7. doi: 10.1007/s00167-020-06313-w
- Liu Y, Cui G, Yan H, Yang Y, Ao Y. Comparison between single and double bundle anterior cruciate ligament reconstruction with 6 to 8-stranded hamstring autograft: A prospective, randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2016;44:2314-22. doi: 10.1177/0363546516650876

24. Sakaguchi K, Tachibana Y, Oda H. Biomechanical properties of porcine flexor tendon fixation with varying throws and stitch methods. *Am J Sports Med.* 2012;40:1641-5. doi: 10.1177/0363546512450406
25. Hahn JM, Inceoğlu S, Wongworawat MD. Biomechanical comparison of Krackow locking stitch versus nonlocking loop stitch with varying number of throws. *Am J Sports Med.* 2014;42:3003-8. doi: 10.1177/0363546514550989
26. Fernandes TL, Moreira HH, Andrade R, Sasaki SU, Bernardo WM, Pedrinelli A, et al. Clinical Outcome evaluation of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with tunnel positioning using gold standard techniques: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2021;9:23259671211013327. doi: 10.1177/23259671211013327
27. Chen H, Chen B, Tie K, Fu Z, Chen L, Chen H, et al. Single-bundle versus double-bundle autologous anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials at 5-year minimum follow-up. *J Orthop Surg Res.* 2018;13:50. doi: 10.1186/s13018-018-0753-x
28. Yoon KH, Kim YS, Park JY, Kim SG, Lee JH, Choi SH, et al. Ideal Combination of Anatomic Tibial and Femoral Tunnel Positions for Single-Bundle ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2022;10:23259671211069960. doi: 10.1177/23259671211069960
29. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:982-92. doi: 10.1007/s00167-006-0076-z
30. Albers, M, Chambers MC, Sheehan AJ, Fu FH. Anterior Cruciate Ligament Anatomy. In: *ACL Injuries in Female Athletes.* Amsterdam: Elsevier; 2019.
31. Guenther D, Irarrázaval S, Albers M, Vernacchia C, Irrgang JJ, Musahl V, et al. Area of the tibial insertion site of the anterior cruciate ligament as a predictor for graft size. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:1576-82. doi: 10.1007/s00167-016-4295-7
32. Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007;23:1218-25. doi: 10.1016/j.arthro.2007.09.008
33. Hutchinson MR, Ash SA. Resident's ridge: assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch. *Arthroscopy.* 2003;19:931-5. doi: 10.1016/j.arthro.2003.09.002
34. Noronha JC, Oliveira JP. Inside-out tibial tunnel drilling technique for all-inside anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2018;7:e373-7. doi: 10.1016/j.eats.2017.10.008
35. Lin R, Zhong Q, Wu X, Cui L, Huang R, Deng Q, et al. Randomized controlled trial of all-inside and standard single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with functional, MRI-based graft maturity and patient-reported outcome measures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23:289. doi: 10.1186/s12891-022-05231-x
36. Lubowitz JH, Schwartzberg R, Smith P. Randomized controlled trial comparing all-inside anterior cruciate ligament reconstruction technique with anterior cruciate ligament reconstruction with a full tibial tunnel. *Arthroscopy.* 2013;29:1195-200. doi: 10.1016/j.arthro.2013.04.009
37. Ashraf Y, Senevirathna SR, Ashraf T. Conventional versus 'all-inside' anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial comparing hamstring strength and functional outcome. *Bone Jt Open.* 2020;1:706-8. doi: 10.1302/2633-1462.111.BJO-2020-0012.R1
38. Osti M, Krawinkel A, Ostermann M, Hoffelner T, Benedetto KP. Femoral and tibial graft tunnel parameters after transtibial, anteromedial portal, and outside-in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2015;43:2250-8. doi: 10.1177/0363546515590221
39. Cuzzolin M, Previtali D, Delcogliano M, Filardo G, Candrian C, Grassi A. Independent Versus Transtibial Drilling in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis With Meta-regression. *Orthop J Sports Med.* 2021;9:23259671211015616. doi: 10.1177/23259671211015616
40. Sim JA, Kim JM, Lee S, Song EK, Seon JK. No difference in graft healing or clinical outcome between trans-portal and outside-in techniques after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26:2338-44. doi: 10.1007/s00167-017-4655-y
41. Sim JA, Kim JM, Lee S, Bae JY, Seon JK. Comparison of tunnel variability between trans-portal and outside-in techniques in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:1227-33. doi: 10.1007/s00167-015-3950-8
42. Cheng R, Wang H, Jiang Z, Dimitriou D, Cheng CK, Tsai TY. The Femoral Tunnel Drilling Angle at 45° Coronal and 45° Sagittal Provided the Lowest Peak Stress and Strain on the Bone Tunnels and Anterior Cruciate Ligament Graft. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:797389. doi: 10.3389/fbioe.2021.797389
43. Panni AS, Milano G, Tartarone M, Demontis A, Fabbriani C. Clinical and radiographic results of ACL reconstruction: a 5- to 7-year follow-up study of outside-in versus inside-out reconstruction techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:77-85. doi: 10.1007/s001670000171
44. Vignos MF, Smith CR, Roth JD, Kaiser JM, Baer GS, Kijowski R, Thelen DG. Anterior cruciate ligament graft tunnel placement and graft angle are primary determinants of internal knee mechanics after reconstructive surgery. *Am J Sports Med.* 2020;48:3503-14. doi: 10.1177/0363546520966721
45. Konarski A, Strang M, Jain N. The natural orientation of the Anterior Cruciate Ligament compared to the tibial plateau on magnetic resonance imaging scans. *J Orthop.* 2020;22:422-6. doi: 10.1016/j.jor.2020.09.010
46. Fauno P, Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy.* 2005;21:1337-41. doi: 10.1016/j.arthro.2005.08.023
47. Bhullar R, Habib A, Zhang K, de Sa D, Horner NS, Duong A, et al. Tunnel osteolysis post-ACL reconstruction: a systematic review examining select diagnostic modalities, treatment options and rehabilitation protocols. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27:524-33. doi: 10.1007/s00167-018-5142-9
48. Levy Y, Goysopoulos L, Hopper GP, Grob C, Vieira TD, Fayard J, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patella tendon-bone autograft with press-fit femoral fixation: the original chablat technique. *Arthrosc Tech.* 2022;11:e1889-e1895. doi: 10.1016/j.eats.2022.07.001
49. Hurley ET, Gianakos AL, Anil U, Strauss EJ, Gonzalez-Lomas G. No difference in outcomes between femoral fixation methods with hamstring autograft in anterior cruciate ligament reconstruction - A network meta-analysis. *Knee.* 2019;26:292-301. doi: 10.1016/j.knee.2019.01.015
50. Jiang H, Ma G, Li Q, Hu Y, Li J, Tang X. Cortical button versus cross-pin femoral fixation for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Sports Med.* 2018;46:2277-84. doi: 10.1177/0363546517717672
51. Panagopoulos A, Mylonas D, Kouzelis A, Zampakis P, Kraniotis P, Lakoumentas J, et al. No difference in outcomes between suspensory [fixed-loop cortical button] versus expandable anteromedial femoral fixation in anterior cruciate ligament reconstruction with autologous hamstring tendons: a prospective, randomized, controlled study in male patients. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2021;3:e1155-63. doi: 10.1016/j.asmr.2021.05.003
52. Rahardja R, Love H, Clatworthy MG, Monk AP, Young SW. Suspensory versus interference tibial fixation of hamstring tendon autografts in anterior cruciate ligament reconstruction: results from the New Zealand ACL Registry. *Am J Sports Med.* 2022;50:904-11. doi: 10.1177/03635465211070291
53. Kruppa P, Flies A, Wulsten D, Collette R, Duda GN, Schaser KD, et al. Significant loss of ACL graft force with tibial-sided soft tissue interference screw fixation over 24 hours: a biomechanical study. *Orthop J Sports Med.* 2020;8:2325967120916437. doi: 10.1177/2325967120916437
54. Sawyer GA, Anderson BC, Paller D, Heard WM, Fadale PD. Effect of interference screw fixation on ACL graft tensile strength. *J Knee Surg.* 2013;26:155-9. doi: 10.1055/s-0032-1324808
55. Roy S, Fernhout M, Stanley R, McGee M, Carbone T, Field JR, et al. Tibial interference screw fixation in anterior cruciate ligament



- reconstruction with and without autograft bone augmentation. *Arthroscopy*. 2010;26:949-56. doi: 10.1016/j.arthro.2009.12.010
56. Zhang Y, Liu S, Chen Q, Hu Y, Sun Y, Chen J. Maturity progression of the entire anterior cruciate ligament graft of insertion-preserved hamstring tendons by 5 years: a prospective randomized controlled study based on magnetic resonance imaging evaluation. *Am J Sports Med*. 2020;48:2970-7. doi: 10.1177/0363546520951507
  57. Liu S, Li H, Tao H, Sun Y, Chen S, Chen J. A randomized clinical trial to evaluate attached hamstring anterior cruciate ligament graft maturity with magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med*. 2018;46:1143-9. doi: 10.1177/0363546517752918
  58. Bahlau D, Clavert P, Favreau H, Ollivier M, Lustig S, Bonomet F, et al. Mechanical advantage of preserving the hamstring tibial insertion for anterior cruciate ligament reconstruction - A cadaver study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105:89-93. doi: 10.1016/j.otsr.2018.11.014
  59. Weber AL, Weber AE, Zuke W, Mayer EN, Forsythe B, Getgood A, et al. Lateral augmentation procedures in anterior cruciate ligament reconstruction: anatomic, biomechanical, imaging, and clinical evidence. *Am J Sports Med*. 2019;47:740-52. doi: 10.1177/0363546517751140
  60. Mao Y, Zhang K, Li J, Fu W. Supplementary lateral extra-articular tenodesis for residual anterolateral rotatory instability in patients undergoing single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Orthop J Sports Med*. 2021;9:23259671211002282. doi: 10.1177/23259671211002282
  61. Porter M, Shadbolt B. Modified iliotibial band tenodesis is indicated to correct intraoperative residual pivot shift after anterior cruciate ligament reconstruction using an autologous hamstring tendon graft: a prospective randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2020;48:1069-77. doi: 10.1177/0363546520910148
  62. Sonnery-Cottet B, Barbosa NC, Vieira TD, Saithna A. Clinical outcomes of extra-articular tenodesis/ anterolateral reconstruction in the ACL injured knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26:596-604. doi: 10.1007/s00167-017-4596-5
  63. Onggo JR, Rasaratnam HK, Nambiar M, Onggo JD, Pai V, Damasena I, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction alone versus with lateral extra-articular tenodesis with minimum 2-year follow-up: a meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med*. 2022;50:1137-45. doi: 10.1177/03635465211004946
  64. Beckers L, Vivacqua T, Firth AD, Getgood AM. Clinical outcomes of contemporary lateral augmentation techniques in primary ACL reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Exp Orthop*. 2021;8:59. doi: 10.1186/s40634-021-00368-5
  65. Getgood AM, Bryant DM, Litchfield R, Heard M, McCormack RG, Rezansoff A, et al. Lateral Extra-articular Tenodesis Reduces Failure of Hamstring Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 2-Year Outcomes From the STABILITY Study Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med*. 2020;48:285-97. doi: 10.1177/0363546519896333
  66. Ferretti A. Extra-articular reconstruction in the anterior cruciate ligament deficient knee: a commentary. *Joints*. 2014;2:41-7.
  67. Getgood A, Brown C, Lording T, Amis A, Claes S, Geeslin A, et al. ALC Consensus Group. The anterolateral complex of the knee: results from the International ALC Consensus Group Meeting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27:166-76. doi: 10.1007/s00167-018-5072-6
  68. Helito CP, Bonadio MB, Gobbi RG, da Mota E, Albuquerque RF, Pécora JR, et al. Combined intra- and extraarticular reconstruction of the anterior cruciate ligament: the reconstruction of the knee anterolateral ligament. *Arthrosc Tech*. 2015;4:e239-44. doi: 10.1016/j.eats.2015.02.006
  69. Trichine F, Alsaati M, Chouteau J, Moyen B, Bouzitouna M, Maza R. Patellar tendon autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament with and without lateral plasty in advanced-stage chronic laxity: a clinical, prospective, randomized, single-blind study using passive dynamic x-rays. *Knee*. 2014;21:58-65.
  70. Dejour D, Vanconcelos W, Bonin N, Saggin PR. Comparative study between mono-bundle bone-patellar tendon-bone, double-bundle hamstring and mono-bundle bone-patellar tendon-bone combined with a modified Lemaire extra-articular procedure in anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2013;37:193-9. doi: 10.1007/s00264-012-1718-z
  71. Monaco E, Carrozzo A, Saithna A, Conteduca F, Annibaldi A, Marzilli F, et al. Isolated ACL reconstruction versus ACL reconstruction combined with lateral extra-articular tenodesis: a comparative study of clinical outcomes in adolescent patients. *Am J Sports Med*. 2022;50:3244-55. doi: 10.1177/03635465221118377.
  72. Lau BC, Rames J, Belay E, Riboh JC, Amendola A, Lassiter T. Anterolateral complex reconstruction augmentation of anterior cruciate ligament reconstruction: biomechanics, indications, techniques, and clinical outcomes. *JBJS Rev*. 2019;7:e5. doi: 10.2106/JBJS.RVW.19.00011
  73. Musahl V, Herbst E, Burnham JM, Fu FH. The anterolateral complex and anterolateral ligament of the knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26:261-7. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00758
  74. Izquierdo R Jr, Cadet ER, Bauer R, Stanwood W, Levine WN, Ahmad CS. A survey of sports medicine specialists investigating the preferred management of contaminated anterior cruciate ligament grafts. *Arthroscopy*. 2005;21:1348-53. doi: 10.1016/j.arthro.2005.08.014
  75. Pasque CB, Geib TM. Intraoperative anterior cruciate ligament graft contamination. *Arthroscopy*. 2007;23:329-31. doi: 10.1016/j.arthro.2005.12.010
  76. Shen X, Qin Y, Zuo J, Liu T, Xiao J. Comparison of the sterilization efficiency of 3 disinfectants for dropped anterior cruciate ligament grafts: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2021;9:23259671211002873. doi: 10.1177/23259671211002873
  77. Molina ME, Nonweiler DE, Evans JA, Delee JC. Contaminated anterior cruciate ligament grafts: the efficacy of 3 sterilization agents. *Arthroscopy*. 2000;16:373-8. doi: 10.1016/s0749-8063(00)90081-1
  78. Alomar AZ, Gawri R, Roughley PJ, Haglund L, Burman M. The effects of chlorhexidine graft decontamination on tendon graft collagen and cell viability. *Am J Sports Med*. 2012;40:1646-53. doi: 10.1177/0363546512443808
  79. Mitchell JJ, Chahla J, Dean CS, Menge TJ, Vap AR, Cram TR, et al. Posterior wall blowout during anterior cruciate ligament reconstruction: suspensory cortical fixation with a screw and washer post. *Arthrosc Tech*. 2016;5:e551-5. doi: 10.1016/j.eats.2016.02.003

## ANEXOS

Anexo 1. Quadro ilustrativo das opções técnicas na escolha, colheita e preparação do enxerto

| Enxerto | Tipo       | Incisão                        | Material   | Local de Preparação                                     | Preparação                  |
|---------|------------|--------------------------------|--|---|-----------------------------|
|         | Aloenxerto |                                |  |   |                             |
|         | Quad       | 1 ou 2 incisões                | Tenótomo específico  | Back table  | Simple                      |
|         | OTO        | 1 ou 2 incisões                | Mini motor e osteótomos  | Back table  | Simple                      |
|         | IT Único   | Anterior ou Posterior          | Tenótomo aberto para manter inserção ou incisão posterior (qualquer tenótomo c/ desinserção) | No doente mantendo inserção (Back table c/ desinserção) | Plastia tripla ou quadrupla |
|         | IT Duplo   | Anterior (vertical ou oblíqua) |  |   | Plastia dupla ou tripla     |

miro

Quad: quadrícepede, OTO: osso-tendão-osso, IT: isquiotibiais

Anexo 2. Fotografia clínica [cadáver] do trajeto dos isquiotibiais



É possível identificar região de estreitamento de trajeto isquiotibiais onde ocorre por vezes corte precoce do enxerto com compromisso da colheita completa do tendão.



Anexo 3. Quadro ilustrativo das opções técnicas na realização dos túneis femoral e tibial

| Túneis  | Footprint                                 | Extensão                            | Direcção   |
|---------|---|-------------------------------------|--|
| Femoral | Inserção AM ou no centro do footprint     | - Completo<br>- Incompleto (socket) | -Outside-in <sup>a</sup><br>- Inside-out (portal antero-medial ou transtibial) |
| Tibial  | Sobre centro ou bordo posterior footprint | - Completo<br>- Incompleto (socket) | -Outside-in <sup>a</sup><br>- Inside-out (com broca retrógrada)                |

miro

<sup>a</sup>A realização de túneis *outside-in* pode ainda ser feita com brocas progressivamente maiores ou com perfuração única do diâmetro desejado. AM: anteromedial.

Anexo 4. Quadro ilustrativo das opções técnicas na fixação do enxerto

| Fixação             | Tipo de Plastia          | Compressão  | Expansão  | Suspensão   | Preservação da inserção        |
|---------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------|
| Femoral             | Tendão<br>Pastilha Óssea | Parafuso interferencial<br>Parafuso interferencial ou Press fit | Sistema de expansão com pinos <sup>b</sup>                    | Cortical (botão, parafuso com anilha)<br>Esponioso (dentro do túnel) <sup>d</sup> |                                |
| Tibial <sup>a</sup> | Tendão<br>Pastilha Óssea | Parafuso interferencial<br>Parafuso interferencial ou Press fit | Sistema com bainha rígida e parafuso de expansão <sup>c</sup> | Cortical (botão, parafuso com anilha)<br>Esponioso (dentro do túnel) <sup>d</sup> | Preservação da inserção dos IT |

miro

a. Na fixação tibial pode optar-se também por uma fixação híbrida combinando sistemas de compressão e suspensão ou press fit ósseo suplementado por sistema de suspensão, por exemplo.

b. Exemplos de sistemas de expansão para fixação femoral: RigidFix (DePuy, Mitek), e Bio-Transfix T3 (Arthrex).

c. Exemplos de sistemas de expansão para fixação tibial: Graft Bolt Arthrex, Intrafix (DePuy, Mitek), Aperfix II (Cayenne Medical), ExoShape (MedShape).

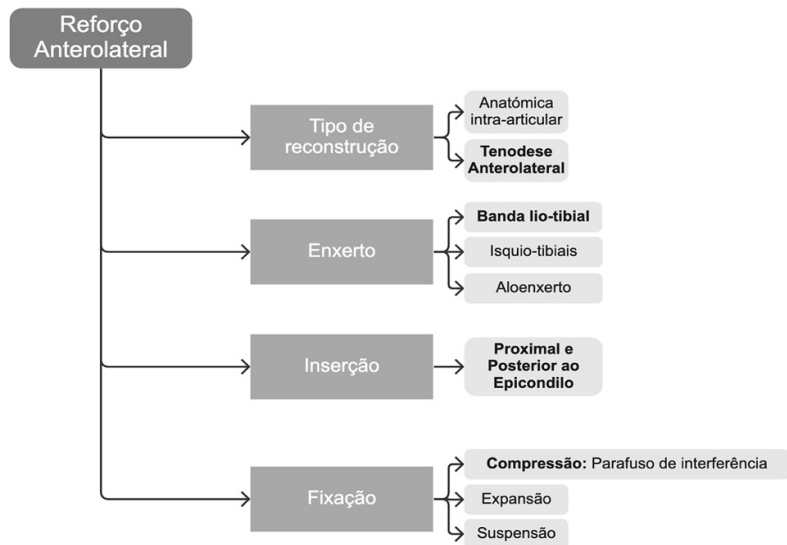
d. Exemplos de sistemas de suspensão esponjosa: Linx-HT (DePuy, Mitek) e AperFix (Cayenne Medical).

IT: isquiotibiais

Anexo 5. Proposta de protocolo de descontaminação de plastia (Hussein *et al*)

1. Retirar material sintético
2. 3 min em solução salina
3. 5 min clorexidina 2%
4. 5 min solução antibiótica tripla
5. 3 min solução salina
6. Profilaxia antibiótica intra e pós-operatória adicional min: minutos

Anexo 6. Quadro ilustrativo das opções técnicas disponíveis para reforço anterolateral



miro

Apresentam-se as opções técnicas disponíveis para reforço anterolateral suplementar da reconstrução do ligamento cruzado anterior; destacando-se as especificidades da técnica descrita.