

RECONSTRUÇÃO DO LCA COM ENXERTOS AUTÓLOGOS: TENDÃO PATELAR, FLEXORES MEDIAIS E TENDÃO FIBULAR LONGO

João Pedro Gonçalves Sousa; Daniela Fernandes Vial; Giovani Zancan Junior; Maria Clara Sefrin;

Raimunda Victória Cavalcante dos Santos

Acadêmicos de Medicina, UNINASSAU, Cacoal, RO.

(joaopedrogoncalvessousa016@gmail.com)

RESUMO

A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das afecções ortopédicas mais frequentes, especialmente em atletas jovens, representando aproximadamente 50% das lesões ligamentares do joelho. O tratamento cirúrgico consiste na reconstrução artroscópica com enxertos autólogos, sendo os mais utilizados o tendão patelar (BTB), os flexores mediais (semitendíneo e grácil) e o tendão fibular longo (TFL). Esta revisão objetiva comparar características biomecânicas, resultados clínicos e morbidade do sítio doador de cada enxerto. A análise demonstra que nenhum enxerto é universalmente superior; a escolha deve ser individualizada conforme o perfil do paciente e a experiência do cirurgião.

PALAVRAS-CHAVE: Reconstrução do LCA. Enxerto autólogo. Tendão fibular longo.

ÁREA TEMÁTICA: Cirurgias Ortopédicas

INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma estrutura intra-articular essencial para a estabilidade anteroposterior e rotatória do joelho, sendo constituído por dois feixes funcionais principais — anteromedial e posterolateral — responsáveis por resistir às forças de translação tibial anterior e ao estresse rotatório em varo e valgo. Sua ruptura representa cerca de 50% de todas as lesões ligamentares do joelho, com incidência estimada entre 32 e 68,6 casos por 100.000 pessoas-ano, acometendo predominantemente indivíduos jovens e fisicamente ativos que praticam esportes de pivoteamento, como futebol, basquete e esqui. Nos Estados Unidos, aproximadamente 200.000 lesões do LCA ocorrem anualmente, com 120.000 cirurgias de reconstrução realizadas por ano.

Do ponto de vista anatômico, o LCA origina-se na face medial do côndilo femoral lateral e insere-se na área intercondilar anterior da tibia. Suas fibras são envolvidas pela membrana sinovial, tornando-o tecnicamente extrasinovial. A vascularização provém predominantemente da artéria genicular média, e a inervação sensorial, pelo nervo articular posterior, confere ao ligamento importante papel proprioceptivo. A ausência de tratamento cirúrgico em pacientes jovens e ativos associa-se a instabilidade funcional recorrente, lesões meniscais secundárias e progressão para osteoartrite do joelho em longo prazo.

A reconstrução artroscópica do LCA constitui o padrão-ouro para a restauração da estabilidade articular nesses pacientes. Entre os fatores determinantes do sucesso cirúrgico, a seleção do enxerto é considerada a variável de maior impacto nos desfechos. Os enxertos autólogos são preferidos por apresentarem menor risco de transmissão de doenças, melhor integração biológica e ausência dos custos associados ao processamento de aloenxertos. As três opções autólogas mais estudadas e empregadas

mundialmente são: o tendão patelar com blocos ósseos (BTB), os tendões flexores mediais da perna (semitendíneo e grácil, SG) e o tendão fibular longo (TFL). O presente trabalho objetiva comparar as características biomecânicas, os desfechos clínicos e a morbidade do sítio doador de cada um desses enxertos, por meio de revisão narrativa da literatura indexada.

METODOLOGIA

Trata-se de revisão narrativa da literatura. A busca foi realizada no PubMed/MEDLINE, utilizando os descritores: "ACL reconstruction", "patellar tendon autograft", "hamstring tendon autograft", "peroneus longus tendon autograft" e "graft selection", combinados com operadores booleanos. Incluíram-se estudos publicados entre 2019 e 2026, em inglês ou português — revisões sistemáticas, metanálises, ensaios clínicos randomizados e coortes prospectivas com seguimento mínimo de 12 meses. Para embasamento biomecânico, consultaram-se as obras Rockwood & Green's Fractures in Adults (9.^a ed.) e DeLee, Drez & Miller's Orthopaedic Sports Medicine (5.^a ed.). A pesquisa não envolveu seres humanos, dispensando aprovação por Comitê de Ética.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendão patelar (BTB). O enxerto BTB é historicamente considerado o padrão-ouro para a reconstrução do LCA, sobretudo em atletas de alta performance que praticam esportes de pivoteamento. Sua principal vantagem biomecânica reside na fixação osso-a-osso nos túneis femoral e tibial, promovendo incorporação mais rápida e previsível em comparação às fixações tendinosas puras, com integração óssea completa estimada entre 6 e 8 semanas. Do ponto de vista tensil, o enxerto BTB apresenta carga de ruptura ao redor de 2.977 N, e rigidez estrutural superior na fase inicial, o que favorece o retorno esportivo mais precoce. Ostojic et al. (2024), em revisão abrangente publicada na revista Medicina, confirmaram que o BTB permanece como opção preferencial em populações de alto risco para re-ruptura, especialmente jovens com inclinação tibial posterior aumentada. Goto et al. (2026) demonstraram, em coorte retrospectiva com 2 anos de seguimento, que o BTB apresenta taxas de re-ruptura significativamente inferiores às do enxerto de flexores mediais em grupos de alto risco (presença concomitante dos três fatores: idade ≤ 20 anos, inclinação tibial $\geq 12^\circ$ e esporte de pivoteamento). As principais limitações do BTB incluem dor anterior do joelho ao ajoelhar, presente em 10–40% dos casos, e risco — embora raro — de fratura da patela ou tendinite residual no sítio doador.

Flexores mediais (Semitendíneo e Grácil). O enxerto quadruplicado dos tendões semitendíneo e grácil (SG) representa a opção mais amplamente utilizada no mundo, particularmente na Europa e no Brasil. Em configuração quadruplicada, sua carga de ruptura pode superar 4.000 N, sendo superior à do LCA nativo (aproximadamente 2.160 N segundo as séries biomecânicas clássicas de Woo et al.). A principal vantagem clínica é a morbidade anterior do joelho significativamente menor em comparação ao BTB, com ausência de dor ao ajoelhar e menor incidência de síndrome infrapatelar. Matteucci et al. (2024), em revisão sistemática e metanálise publicada no BMC Musculoskeletal Disorders, avaliaram a recuperação da força flexora do joelho após coleta isolada do semitendíneo versus coleta combinada semitendíneo-grácil, identificando que a

inclusão do grácil associa-se a déficits adicionais de força flexora nos primeiros 12 meses. Sherman et al. (2022) demonstraram déficits expressivos no volume e na área de secção transversal dos músculos semitendíneo e grácil na fase pós-operatória, sem equivalente nos demais isquiotibiais. A regeneração do semitendíneo foi observada em cerca de 78,9% dos casos, contra apenas 42,7% para o grácil. Em configuração com preservação da inserção tibial (non-detached), revisão sistemática de Vari et al. (2024) demonstrou resultados de estabilidade e escores funcionais comparáveis à técnica convencional, com potencial redução do déficit de força flexora.

Tendão fibular longo (TFL/Peroneus Longus). O TFL emergiu na última década como alternativa promissora para a reconstrução do LCA, especialmente nos contextos de revisão cirúrgica, lesões multiligamentares e quando os enxertos convencionais estão indisponíveis ou comprometidos. Trata-se do tendão mais longo e de maior diâmetro entre as opções autólogas acessíveis, com comprimento médio de coleta de 26,2 cm (DP 2,6 cm) e diâmetro médio entre 7,9 e 8,6 mm. Revisão sistemática e metanálise publicada no PMC (2025), com busca cobrindo PubMed, Cochrane, Embase e Web of Science até março de 2025, incluiu múltiplos ECR e confirmou que o TFL é não inferior ao enxerto SG nos escores IKDC, Lysholm, Tegner e nos testes de estabilidade de Lachman e pivot-shift. Revisão sistemática conduzida por Punnoose et al. (2024) demonstrou que o diâmetro médio do enxerto TFL ($7,93 \pm 0,52$ mm) é significativamente maior que o do SG ($7,43 \pm 0,50$ mm; $p < 0,001$), com menor incidência de atrofia da coxa (10% vs. 16,7%) e de distúrbios sensitivos no território do nervo safeno (10% vs. 73,3%). Goyal et al. (2023) relataram ausência de morbidade significativa no tornozelo doador em série prospectiva com 37 pacientes e 2 anos de seguimento. Acharya et al. (2024) confirmaram que a coleta do TFL sem tenodese distal ao fibular curto é segura, com escores AOFAS excelentes ao final de 1 ano. Um ensaio clínico randomizado de Butt et al. (2024), com seguimento de 5 anos, comparou diretamente o enxerto de TFL ao SG quadruplicado, demonstrando desfechos clínicos e de estabilidade equivalentes, reforçando a viabilidade do TFL como alternativa de primeira linha em casos selecionados.

Aspectos biomecânicos comparativos. Banovetz, Kennedy e LaPrade (2023), em revisão biomecânica publicada nos Annals of Joint, sintetizaram as propriedades estruturais dos principais enxertos: o LCA nativo apresenta carga de ruptura média de 2.160 N e rigidez de 242 N/mm; o BTB supera essas cifras com 2.977 N e 620 N/mm; o SG quadruplicado atinge 4.090 N com 776 N/mm; e o TFL posiciona-se entre 2.600 e 3.200 N conforme os estudos cadavéricos disponíveis. A rigidez inicial superior do BTB justifica o retorno esportivo mais precoce frequentemente observado na prática clínica. Por outro lado, a maior carga de falha do SG quadruplicado oferece reserva mecânica relevante para atletas em fase de reabilitação intensa. O TFL, por não envolver estruturas musculares do joelho operado, representa vantagem adicional em termos de recuperação funcional do membro operado.

CONCLUSÃO

A reconstrução do LCA com enxertos autólogos é procedimento consolidado com elevadas taxas de retorno ao esporte. O BTB permanece preferencial em jovens de alto risco para re-ruptura com fatores

anatômicos desfavoráveis. O SG é a opção mais difundida mundialmente, com mínima morbidade anterior do joelho e excelentes desfechos funcionais. O TFL configura alternativa viável, com diâmetro adequado, baixa morbidade do sítio doador e resultados comparáveis, sendo especialmente indicado em revisões, lesões multiligamentares ou quando os enxertos convencionais estão indisponíveis. A decisão deve ser individualizada, considerando o perfil clínico, o nível de atividade e a experiência do cirurgião.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- ACHARYA, K.; MODY, A.; MADI, S. Functional outcomes of anatomic single bundle primary ACL reconstruction with peroneus longus tendon (without a peroneal tenodesis) versus hamstring autografts. *Archives of Bone and Joint Surgery*, v. 12, n. 2, p. 116-122, 2024. DOI: 10.22038/ABJS.2024.73473.3404.
- BANOVETZ, M. T.; KENNEDY, N. I.; LAPRADE, R. F. Biomechanical considerations for graft choice in anterior cruciate ligament reconstruction. *Annals of Joint*, v. 8, p. 17, 2023. DOI: 10.21037/aoj-22-50.
- BUTT, U. et al. 5-years outcomes following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction comparing quadruple hamstring and peroneus longus tendon autografts: a randomized control trial. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, v. 145, n. 1, p. 85, 2024. DOI: 10.1007/s00402-024-05639-1.
- GOTO, K. et al. Comparison of patellar tendon and hamstring grafts in ACL reconstruction: patellar tendon shows lower re-rupture rates in high-risk groups and comparable patient-reported outcomes in lower-risk patients. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2026. DOI: 10.1007/s00402-026-06196-5.
- GOYAL, T. et al. Full-thickness peroneus longus tendon autograft for anterior cruciate reconstruction in multi-ligament injury and revision cases: outcomes and donor site morbidity. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, v. 33, n. 1, p. 21-27, 2023. DOI: 10.1007/s00590-021-03145-3.
- MATTEUCCI, A. et al. Comparison of knee flexor strength recovery between semitendinosus alone versus semitendinosus with gracilis autograft for ACL reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 25, p. 148, 2024. DOI: 10.1186/s12891-024-07226-2.
- NUKUTO, K. et al. Current development in surgical techniques, graft selection and additional procedures for anterior cruciate ligament injury: a narrative review. *Annals of Joint*, v. 8, p. 19, 2023. DOI: 10.21037/aoj-22-39.
- OSTOJIC, M. et al. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive review of current trends. *Medicina*, v. 60, n. 12, p. 2090, 2024. DOI: 10.3390/medicina60122090.
- PUNNOOSE, D. J. et al. Peroneus longus autografts have better graft diameter, less morbidity, and enhanced muscle recuperation than hamstring tendon in ACL reconstruction. *Indian Journal of Orthopaedics*, v. 58, n. 7, p. 979-986, 2024. DOI: 10.1007/s43465-024-01185-5.
- VARI, N. et al. Outcomes of hamstring graft with preserved tibial insertion for ACL reconstruction: systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, v. 34, p. 615-624, 2024. DOI: 10.1007/s00590-023-03698-5.