www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/1fjaz672

Reabilitação pós-operatória após reconstrução do ligamento cruzado anterior: síntese comparativa da reabilitação convencional e do uso da restrição de fluxo sanguíneo como estratégia adjuvante

Postoperative rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a comparative synthesis of conventional rehabilitation and the use of blood flow restriction as an adjunctive strategy.

Selton Luca de Lima
Renata Ellen da Silva
Eliza Souza de Carvalho
Giovanna França de Lima
Vitória Martins Soares[1]
Vinicius Paes Martins

Resumo: A reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é um procedimento cirúrgico frequentemente realizado em indivíduos que apresentam ruptura ligamentar, especialmente em decorrência de atividades esportivas e mecanismos traumáticos envolvendo movimentos de rotação, desaceleração e mudanças bruscas de direção. A reabilitação pós-operatória desempenha papel fundamental na recuperação funcional, na restauração da força muscular, na recuperação da amplitude de movimento e no retorno seguro às atividades cotidianas e esportivas. Nesse contexto, a restrição de fluxo sanguíneo (RFS), também denominada Blood Flow Restriction (BFR), tem sido investigada como uma estratégia complementar à fisioterapia convencional, sobretudo por possibilitar estímulos relacionados ao fortalecimento muscular mediante exercícios realizados com cargas reduzidas. O presente estudo tem como objetivo analisar comparativamente a reabilitação convencional e a utilização da restrição de fluxo sanguíneo como estratégia adjuvante na recuperação de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA. Trata-se de uma revisão da literatura, com abordagem qualitativa e caráter descritivo-comparativo, fundamentada na busca de estudos clínicos publicados entre 2020 e 2026 nas bases PubMed/MEDLINE, PEDro, BVS, SciELO e Cochrane Library. Serão considerados estudos que investiguem os efeitos das intervenções sobre força muscular, especialmente do quadríceps, hipertrofia, dor, funcionalidade e recuperação pós-operatória. A análise pretende identificar as possíveis contribuições da RFS em associação aos protocolos convencionais, considerando seus benefícios, limitações e aspectos relacionados à segurança. Espera-se que a síntese das evidências contribua para o entendimento da aplicabilidade dessa

[1] Acadêmico do curso Fisioterapia do Centro Universitário IBMR. Artigo apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Graduação em Fisioterapia do IBMR. 2026. Orientador: Vinicius Paes Martins.

estratégia na prática fisioterapêutica, sem desconsiderar a individualização dos protocolos de reabilitação.

Palavras-chave: Ligamento cruzado anterior. Reabilitação pós-operatória. Restrição de fluxo sanguíneo. Fisioterapia. Fortalecimento muscular.

Abstract: Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is a surgical procedure frequently performed in individuals with ligament rupture, particularly following sports-related injuries and traumatic mechanisms involving rotational movements, deceleration, and sudden changes of direction. Postoperative rehabilitation plays a fundamental role in functional recovery, restoration of muscle strength, recovery of range of motion, and safe return to daily and sports activities. In this context, blood flow restriction (BFR) has been investigated as an adjunctive strategy to conventional physical therapy, particularly because it allows muscular training stimuli through exercises performed with low loads. This study aims to comparatively analyze conventional rehabilitation and the use of blood flow restriction as an adjunctive strategy in the recovery of individuals undergoing ACL reconstruction. This is a literature review with a qualitative and descriptive-comparative approach, based on searches for clinical studies published between 2020 and 2026 in the PubMed/MEDLINE, PEDro, BVS, SciELO, and Cochrane Library databases. Studies investigating the effects of interventions on muscle strength, particularly quadriceps strength, hypertrophy, pain, functionality, and postoperative recovery will be considered. The analysis aims to identify the potential contributions of BFR in combination with conventional protocols, considering its benefits, limitations, and safety aspects. The evidence synthesis is expected to contribute to understanding the applicability of this strategy in physical therapy practice, while emphasizing the need for individualized rehabilitation protocols.

Keywords: Anterior cruciate ligament. Postoperative rehabilitation. Blood flow restriction. Physical therapy. Muscle strengthening.

1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das principais estruturas responsáveis pela estabilidade biomecânica da articulação do joelho, desempenhando funções essenciais no controle dos movimentos de translação anterior da tíbia em relação ao fêmur e na limitação dos movimentos rotacionais excessivos. Sua integridade é fundamental para a manutenção da estabilidade articular durante atividades que envolvem corrida, saltos, mudanças de direção e movimentos de desaceleração. As lesões desse ligamento representam uma condição frequentemente observada em indivíduos fisicamente ativos e atletas, podendo ocasionar comprometimentos funcionais importantes e limitações na realização de atividades cotidianas e esportivas.

As rupturas do LCA podem ocorrer por mecanismos traumáticos com ou sem contato físico direto, sendo frequentemente associadas a movimentos de rotação do joelho, desaceleração brusca, aterrissagens inadequadas após saltos e mudanças repentinas de

direção. Após a lesão, os indivíduos podem apresentar instabilidade articular, dor, edema, redução da amplitude de movimento e comprometimento da capacidade funcional. A gravidade dessas alterações, associada às demandas físicas e aos objetivos individuais, influencia a escolha da abordagem terapêutica e a necessidade de intervenção cirúrgica.

A reconstrução do LCA consiste na substituição do ligamento lesionado por um enxerto, que pode ser obtido de estruturas do próprio paciente ou, em determinadas situações, de um doador. O procedimento tem como finalidade restaurar a estabilidade do joelho e possibilitar a recuperação funcional, especialmente em indivíduos que apresentam instabilidade persistente ou desejam retornar a atividades que exigem maior demanda biomecânica da articulação. Entretanto, a realização da cirurgia não representa, isoladamente, a recuperação completa da função do joelho, sendo indispensável um processo de reabilitação progressivo e individualizado.

Nesse cenário, a fisioterapia desempenha função determinante no período pós-operatório, uma vez que contribui para o controle dos sintomas, a recuperação da mobilidade articular, a restauração da força muscular e o desenvolvimento do controle neuromuscular. Entre as principais alterações observadas após a reconstrução do LCA, destaca-se a redução da força do quadríceps, que pode estar relacionada à inibição muscular artrogênica, à dor, ao edema, à imobilização relativa e à diminuição dos estímulos mecânicos durante as primeiras fases da recuperação.

A perda de força muscular, especialmente na musculatura extensora do joelho, constitui um dos principais desafios da reabilitação pós-operatória. O quadríceps apresenta participação fundamental na estabilização dinâmica da articulação, no controle das atividades funcionais e na execução de movimentos como caminhar, subir e descer escadas, agachar e saltar. Dessa maneira, sua recuperação adequada representa um componente importante para o restabelecimento da funcionalidade e para a progressão segura do paciente ao longo do processo de reabilitação.

Tradicionalmente, os protocolos fisioterapêuticos após a reconstrução do LCA incluem exercícios de mobilidade articular, fortalecimento muscular progressivo, treinamento proprioceptivo, exercícios de equilíbrio, atividades funcionais e treinamento específico para o retorno esportivo. A progressão da intensidade e da complexidade dos exercícios deve considerar as condições clínicas do paciente, o tempo de recuperação biológica do enxerto, a presença de dor e edema, a capacidade funcional e os critérios estabelecidos pelo profissional responsável.

Entretanto, durante as fases iniciais do pós-operatório, a utilização de cargas elevadas pode ser limitada por fatores como desconforto, dor, derrame articular e redução da capacidade de recrutamento muscular. Essa limitação tem estimulado a investigação de estratégias complementares que possibilitem a manutenção ou o desenvolvimento da força muscular mediante estímulos mecânicos reduzidos, sem comprometer os objetivos fundamentais da reabilitação.

Entre essas estratégias, destaca-se a restrição de fluxo sanguíneo (RFS), conhecida internacionalmente como Blood Flow Restriction (BFR). A técnica consiste na aplicação de um manguito ou dispositivo de compressão em uma região proximal do membro, com pressão controlada, visando restringir parcialmente o fluxo arterial e limitar o retorno venoso durante a realização dos exercícios. Geralmente, a intervenção é associada a exercícios resistidos com cargas reduzidas, buscando produzir adaptações musculares que também são observadas em determinados protocolos de treinamento com cargas mais elevadas.

A utilização da RFS na reabilitação ortopédica tem despertado interesse devido à possibilidade de proporcionar estímulos relacionados à força e à hipertrofia muscular mesmo quando o paciente apresenta limitações para realizar exercícios convencionais com cargas elevadas. No contexto da reconstrução do LCA, essa característica apresenta relevância, considerando a necessidade de recuperar a musculatura do membro operado e, particularmente, minimizar a perda de força do quadríceps durante o processo de recuperação.

Apesar das possíveis vantagens, a aplicação da restrição de fluxo sanguíneo exige atenção quanto à escolha dos pacientes, à determinação individualizada da pressão de oclusão, à supervisão profissional e à identificação de possíveis contraindicações. Portanto, sua utilização não deve ser compreendida como substituta da reabilitação convencional, mas como uma possibilidade complementar, cuja indicação precisa considerar as condições clínicas e as necessidades funcionais de cada indivíduo.

Diante dessas considerações, torna-se relevante investigar se a associação da restrição de fluxo sanguíneo aos protocolos convencionais de fisioterapia proporciona resultados adicionais na recuperação de pacientes submetidos à reconstrução do LCA, especialmente em relação à força muscular, à preservação da massa muscular, à dor e à funcionalidade.

Assim, estabelece-se a seguinte questão norteadora: quais são os efeitos da utilização da restrição de fluxo sanguíneo como estratégia adjuvante, em comparação à reabilitação fisioterapêutica convencional, na recuperação funcional de indivíduos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior?

O objetivo geral deste estudo é analisar comparativamente os efeitos da reabilitação convencional e da utilização da restrição de fluxo sanguíneo como estratégia complementar no processo de recuperação pós-operatória de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA.

Como objetivos específicos, pretende-se: identificar as principais intervenções fisioterapêuticas utilizadas na reabilitação convencional após a reconstrução do LCA; investigar os efeitos da restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular e a preservação da massa muscular; comparar os resultados clínicos e funcionais observados nos protocolos convencionais e naqueles associados à RFS; analisar os possíveis benefícios, limitações e riscos da aplicação da técnica; e discutir sua aplicabilidade como estratégia complementar na prática fisioterapêutica.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracterizou-se como uma revisão da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-comparativo, com a finalidade de analisar as evidências científicas referentes à reabilitação fisioterapêutica após a reconstrução do ligamento cruzado anterior, com ênfase na comparação entre os protocolos convencionais e a utilização da restrição de fluxo sanguíneo como estratégia adjuvante.

A investigação foi conduzida mediante levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Cochrane Library. A escolha dessas fontes justificou-se pela disponibilidade de publicações científicas relacionadas às ciências da saúde, fisioterapia, reabilitação musculoesquelética e intervenções clínicas.

O recorte temporal compreendeu publicações entre janeiro de 2020 e novembro de 2026, considerando a necessidade de reunir evidências recentes sobre a aplicação da restrição de fluxo sanguíneo na recuperação de pacientes submetidos à reconstrução do LCA. Foram priorizados ensaios clínicos randomizados, estudos clínicos controlados e pesquisas de intervenção que apresentaram resultados relacionados à aplicação da técnica no contexto pós-operatório.

Para a realização das buscas, foram utilizados descritores em português e inglês, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. Entre os principais termos empregados estiveram: "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction", "Blood Flow Restriction", "Blood Flow Restriction Training", "Postoperative Rehabilitation", "Physical Therapy", "Quadriceps Strength" e "Muscle Strength". Em português, foram considerados os

termos "Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior", "Restrição de Fluxo Sanguíneo", "Reabilitação Pós-operatória", "Fisioterapia" e "Força Muscular".

A estratégia de busca foi adaptada às características de cada base de dados, respeitando seus mecanismos de indexação e os descritores controlados disponíveis. Como estratégia inicial, foi utilizada a seguinte combinação:

("Anterior Cruciate Ligament Reconstruction" OR "ACL Reconstruction") AND ("Blood Flow Restriction" OR "Blood Flow Restriction Training" OR "BFR") AND ("Rehabilitation" OR "Physical Therapy").

Foram incluídos estudos que atenderam aos seguintes critérios: pesquisas publicadas entre 2020 e 2026; estudos realizados com indivíduos submetidos à reconstrução cirúrgica do LCA; investigações que abordaram a reabilitação fisioterapêutica convencional ou a utilização da restrição de fluxo sanguíneo; pesquisas que apresentaram resultados clínicos ou funcionais relacionados à força muscular, hipertrofia, dor, amplitude de movimento, estabilidade articular ou capacidade funcional; e publicações disponíveis integralmente em português, inglês ou espanhol.

Foram excluídos estudos realizados exclusivamente com animais, pesquisas laboratoriais sem aplicação clínica, trabalhos que abordaram lesões ligamentares diferentes da reconstrução do LCA sem apresentar resultados específicos para essa população, publicações duplicadas, resumos sem acesso ao conteúdo integral, relatos de caso e estudos que não apresentaram informações suficientes sobre as intervenções e os resultados avaliados.

A seleção dos estudos ocorreu em etapas. Inicialmente, foram identificados os registros disponíveis nas bases de dados selecionadas. Em seguida, foram removidas as duplicatas, procedendo-se à análise dos títulos e resumos para verificar a compatibilidade com os objetivos da pesquisa. Os trabalhos potencialmente elegíveis foram submetidos à leitura integral, com aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

A extração dos dados foi organizada em uma planilha, contemplando informações como autores, ano de publicação, país de realização, características da amostra, tipo de reconstrução cirúrgica, protocolo de reabilitação utilizado, duração da intervenção, parâmetros de aplicação da restrição de fluxo sanguíneo, instrumentos de avaliação e principais resultados encontrados.

Para a análise comparativa, foram consideradas especialmente as seguintes variáveis: força muscular do quadríceps, preservação da massa muscular, dor, amplitude de movimento, desempenho funcional e percepção subjetiva da recuperação. Também foram observadas as diferenças entre os protocolos quanto ao momento de início da intervenção, intensidade dos

exercícios, frequência semanal, duração do tratamento e pressão aplicada pelo dispositivo de restrição.

A qualidade metodológica dos estudos clínicos foi considerada durante a interpretação dos resultados, especialmente quanto à randomização, comparabilidade dos grupos, descrição das intervenções, perdas amostrais e utilização de instrumentos validados. Nos ensaios clínicos randomizados, foi empregada a ferramenta RoB 2, da Cochrane, para avaliação do risco de viés, quando aplicável.

Por fim, os resultados foram apresentados de maneira descritiva e comparativa, buscando identificar convergências, divergências e limitações das evidências disponíveis. A interpretação foi fundamentada nos resultados efetivamente apresentados pelos estudos selecionados, evitando atribuir à restrição de fluxo sanguíneo benefícios que ainda não estivessem suficientemente demonstrados.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização das evidências científicas

A produção científica relacionada à reabilitação após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) tem contemplado diferentes estratégias destinadas à recuperação das condições musculoesqueléticas e funcionais dos indivíduos submetidos ao procedimento cirúrgico. Entre as principais preocupações dos pesquisadores, destaca-se a redução da força dos músculos extensores do joelho, especialmente do quadríceps, frequentemente associada à inibição muscular artrogênica, ao processo inflamatório pós-operatório e à diminuição dos estímulos mecânicos durante as primeiras etapas da recuperação. Nesse contexto, a restrição de fluxo sanguíneo (RFS), também denominada Blood Flow Restriction Training (BFRT), passou a integrar as investigações sobre intervenções complementares capazes de proporcionar estímulos de fortalecimento mediante exercícios realizados com cargas reduzidas (ERICKSON et al., 2025; GOPINATTH et al., 2025).

Os ensaios clínicos disponíveis apresentam diferenças quanto ao delineamento metodológico, às características dos participantes, ao momento de introdução da intervenção e aos parâmetros empregados durante as sessões terapêuticas. Essas particularidades abrangem a intensidade dos exercícios, a frequência semanal, a duração do acompanhamento, a localização do manguito e a pressão de oclusão arterial utilizada. A heterogeneidade entre os protocolos constitui um aspecto relevante para a interpretação dos achados, uma vez que diferentes condições de aplicação podem produzir respostas fisiológicas distintas. Assim, a

comparação entre as pesquisas exige considerar não apenas os resultados finais, mas também os procedimentos adotados e o estágio de recuperação em que cada intervenção foi realizada (LI et al., 2025; GOPINATTH et al., 2025).

Entre os principais indicadores utilizados nas investigações encontram-se a força isométrica e isocinética do quadríceps, a espessura muscular, a área de secção transversal, a percepção dolorosa, a amplitude de movimento e os índices de funcionalidade do joelho. A utilização desses parâmetros permite examinar diferentes dimensões da recuperação, abrangendo tanto as adaptações musculares quanto a capacidade de executar atividades que exigem estabilidade e controle articular. Instrumentos como o International Knee Documentation Committee (IKDC), a escala de atividade de Tegner e o teste Y-Balance também aparecem nas pesquisas, possibilitando avaliações relacionadas à percepção funcional, ao nível de atividade física e ao equilíbrio dinâmico. A diversidade dos instrumentos empregados evidencia a necessidade de interpretar os resultados de maneira integrada, evitando restringir a recuperação pós-operatória a um único parâmetro de desempenho (ERICKSON et al., 2025; ZHENG et al., 2026).

No ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo conduzido por Erickson et al. (2025), foram avaliados 48 atletas, distribuídos entre um grupo submetido ao treinamento resistido de baixa intensidade associado à restrição ativa de fluxo sanguíneo e outro que realizou fortalecimento convencional com dispositivo simulado. A investigação examinou aspectos relacionados à força, à morfologia e à fisiologia muscular, além da biomecânica do joelho. O acompanhamento contemplou um período de treinamento anterior à cirurgia e uma etapa posterior à reconstrução ligamentar. A relevância dessa pesquisa reside na utilização de delineamento experimental controlado, que possibilitou investigar os efeitos específicos da intervenção, distinguindo-os daqueles decorrentes do programa habitual de fortalecimento.

A investigação de Sevinc et al. (2025), publicada no periódico Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, analisou a associação entre restrição circulatória e treinamento de educação cruzada na recuperação do quadríceps após a reconstrução do LCA. O estudo clínico randomizado, controlado e com avaliador cego envolveu 24 homens submetidos à reconstrução ligamentar com enxerto dos músculos isquiotibiais. Os participantes foram distribuídos em dois grupos, sendo um submetido ao treinamento de educação cruzada associado à RFS e outro exclusivamente à primeira modalidade. As avaliações compreenderam a força isométrica e características morfológicas da musculatura, incluindo espessura e área de secção transversal. Embora ambos os grupos tenham apresentado

evolução ao longo do acompanhamento, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre as intervenções. Os resultados demonstram que a associação das estratégias não necessariamente proporciona benefícios adicionais, indicando a importância de avaliar criteriosamente a especificidade dos protocolos empregados (SEVINC et al., 2025).

No período inicial da recuperação cirúrgica, Barzyk et al. (2026) investigaram os efeitos da associação entre exercícios resistidos de baixa carga e restrição de fluxo sanguíneo. O ensaio clínico randomizado incluiu 30 pacientes submetidos à reconstrução primária do LCA, distribuídos entre um grupo que realizou treinamento com RFS e outro que executou exercícios semelhantes sem restrição circulatória. As intervenções começaram quatro semanas após o procedimento e foram realizadas duas vezes por semana, durante quatro semanas, utilizando exercícios no leg press. Os resultados demonstraram melhorias temporais em indicadores como dor, força muscular, amplitude de movimento e funcionalidade nos dois grupos, porém não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre eles. Esse achado sugere que, durante a fase inicial, a inclusão do dispositivo de compressão não garantiu vantagens clínicas adicionais em comparação ao treinamento de baixa intensidade isoladamente (BARZYK et al., 2026).

Em contrapartida, a investigação de Zheng et al. (2026) identificou resultados favoráveis à aplicação da RFS durante uma etapa intermediária da reabilitação. O estudo randomizado e controlado por intervenção simulada reuniu 48 indivíduos submetidos à reconstrução unilateral do LCA, dos quais 43 concluíram o acompanhamento. Entre a 13ª e a 20ª semana pós-operatória, os participantes realizaram exercícios resistidos com intensidade correspondente a 30% de uma repetição máxima, duas vezes por semana. O grupo experimental recebeu restrição individualizada equivalente a 40% da pressão de oclusão arterial, enquanto o grupo comparador utilizou compressão mínima. Na avaliação realizada na 24ª semana, foram observados resultados superiores no grupo experimental quanto aos escores IKDC e Tegner, à força isométrica dos extensores e flexores do joelho, ao equilíbrio dinâmico e à atividade eletromiográfica do quadríceps. Entretanto, não foram constatadas diferenças significativas na amplitude articular ou na espessura muscular.

A síntese quantitativa apresentada por Li et al. (2025) também contribui para compreender a aplicabilidade dessa modalidade terapêutica, especialmente por reunir investigações sobre força muscular e desempenho funcional após a reconstrução ligamentar. Os autores examinaram diferentes momentos da recuperação e identificaram respostas distintas conforme o desfecho analisado. Durante as primeiras três semanas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na força isométrica voluntária máxima

ou na área de secção transversal do quadríceps. Entretanto, no intervalo intermediário, entre oito e 14 semanas, foi identificada melhora significativa nos escores IKDC entre os indivíduos submetidos à intervenção. Essa constatação demonstra que a resposta clínica pode apresentar variações temporais, sendo inadequado atribuir à técnica uma eficácia uniforme durante todo o processo de recuperação (LI et al., 2025).

A revisão sistemática com metanálise desenvolvida por Gopinatth et al. (2025) reuniu oito ensaios clínicos randomizados, totalizando 245 participantes, com o propósito de examinar os efeitos da restrição de fluxo sanguíneo após a reconstrução do LCA. Os resultados apontaram vantagens em determinados indicadores, incluindo força isocinética e funcionalidade avaliada pelo IKDC, além de resultados favoráveis relacionados à dor. Entretanto, não foi identificada diferença estatisticamente significativa no volume muscular do quadríceps. Embora essa publicação constitua uma fonte secundária, sua contribuição está na integração dos resultados de diferentes experimentos, permitindo observar que os possíveis benefícios da intervenção não se manifestam necessariamente de maneira equivalente em todas as dimensões da recuperação. Os achados reforçam a necessidade de distinguir ganhos de desempenho muscular, alterações morfológicas e evolução clínica, uma vez que representam fenômenos relacionados, mas não intercambiáveis (GOPINATTH et al., 2025).

De maneira complementar, uma metanálise publicada em 2026, que reuniu nove ensaios clínicos randomizados e 372 participantes, identificou resultados estatisticamente favoráveis à utilização da RFS nos escores de Lysholm e no pico de torque do quadríceps, além de melhora na capacidade de trabalho muscular. Entretanto, não foram constatadas diferenças significativas nos resultados do IKDC, na percepção dolorosa avaliada pela escala visual analógica ou na amplitude de movimento. A divergência entre os indicadores reforça que a resposta terapêutica depende da variável selecionada e das características dos estudos incorporados à síntese. Também merece atenção a ausência de acompanhamento superior a 24 semanas nos ensaios incluídos, circunstância que limita conclusões sobre a manutenção dos benefícios em longo prazo e sobre o retorno definitivo às atividades esportivas (HU et al., 2026).

Em conjunto, as evidências examinadas demonstram que a investigação sobre a RFS abrange diferentes períodos do tratamento, protocolos de fortalecimento e indicadores clínicos, com resultados que variam entre as pesquisas. Enquanto determinadas experiências identificaram vantagens em medidas de força, equilíbrio e funcionalidade, outras não demonstraram superioridade estatística em relação aos exercícios de baixa intensidade realizados sem restrição circulatória. A comparação também evidencia que a preservação da

massa muscular não acompanha necessariamente as alterações observadas no desempenho funcional, exigindo uma interpretação multidimensional dos resultados. Portanto, a análise das publicações indica que a efetividade dessa intervenção deve ser compreendida à luz das particularidades metodológicas, das características individuais dos pacientes e da etapa pós-operatória investigada, sem estabelecer generalizações que ultrapassem os achados efetivamente demonstrados.

3.2 Efeitos da restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular

A recuperação da força muscular constitui um dos objetivos centrais da intervenção fisioterapêutica após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), sobretudo em razão das alterações neuromusculares frequentemente observadas no membro operado. A diminuição da capacidade de produção de força do quadríceps pode prejudicar a estabilidade dinâmica do joelho, reduzir a eficiência dos movimentos e limitar o desempenho em tarefas que exigem sustentação do peso corporal, desaceleração, controle excêntrico e propulsão. Nesse contexto, a reabilitação deve contemplar estratégias capazes de restabelecer progressivamente a função muscular, respeitando as condições clínicas e a tolerância do indivíduo em cada etapa do período pós-operatório.

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS), também denominada blood flow restriction (BFR), tem sido estudada como recurso complementar ao treinamento resistido convencional. Sua aplicação envolve a utilização de um manguito pneumático ou dispositivo próprio, posicionado no segmento proximal do membro, com pressão individualizada para limitar parcialmente a circulação arterial e restringir o retorno venoso. Durante a execução de exercícios com cargas reduzidas, essa condição provoca alterações no ambiente metabólico intramuscular, ampliando o esforço fisiológico exigido da musculatura. Desse modo, busca-se estimular adaptações associadas ao fortalecimento sem depender, necessariamente, de cargas externas elevadas, aspecto relevante em fases nas quais a tolerância mecânica do joelho ainda se encontra limitada.

A fundamentação fisiológica dessa modalidade está relacionada à combinação entre tensão mecânica, acúmulo de metabólitos e recrutamento de unidades motoras durante o exercício. A redução da disponibilidade local de oxigênio e as modificações no ambiente intramuscular podem intensificar a resposta ao esforço, mesmo diante de resistências relativamente baixas. Entretanto, tais mecanismos não devem ser interpretados como garantia de hipertrofia ou ganho de força em todos os pacientes, uma vez que os resultados dependem

de variáveis como pressão aplicada, intensidade, volume de treinamento, frequência semanal, duração do protocolo e estágio de recuperação. Assim, a RFS deve ser compreendida como uma possibilidade terapêutica adjuvante, e não como substituta automática dos exercícios resistidos progressivos.

No estudo de Li et al. (2025), uma revisão sistemática com metanálise que reuniu 11 pesquisas e 276 participantes submetidos à reconstrução do LCA, os efeitos da RFS apresentaram diferenças conforme o intervalo de acompanhamento. Nas avaliações realizadas durante as três primeiras semanas após a cirurgia, não foram observadas vantagens estatisticamente significativas quanto à força isométrica voluntária máxima ou à área de secção transversal do quadríceps. Em contrapartida, entre oito e 14 semanas, verificou-se melhora significativa nos escores do International Knee Documentation Committee (IKDC), instrumento utilizado para avaliar sintomas, função e capacidade relacionada ao joelho. Esses achados sugerem que os possíveis benefícios da intervenção podem manifestar-se de maneira distinta ao longo da recuperação, conforme o parâmetro selecionado para análise.

A comparação entre modalidades de fortalecimento foi examinada por Erickson et al. (2025), em ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, que envolveu 48 atletas submetidos à reconstrução do LCA. Os participantes foram distribuídos entre um programa de exercícios com cargas reduzidas associado à RFS ativa e um protocolo de fortalecimento convencional, acompanhado de dispositivo simulado. A investigação avaliou parâmetros de força, morfologia e fisiologia do quadríceps, além de aspectos biomecânicos do joelho. A relevância desse delineamento reside na tentativa de distinguir os efeitos específicos da compressão vascular daqueles decorrentes do próprio treinamento resistido.

Em contrapartida, os resultados de Sevinc et al. (2025) demonstraram que a associação entre RFS e treinamento de educação cruzada não proporcionou vantagens estatisticamente significativas em relação à recuperação da força do quadríceps. O ensaio clínico randomizado incluiu 24 homens submetidos à reconstrução ligamentar, que realizaram exercícios excêntricos no membro não operado, com ou sem restrição circulatória. Embora ambos os grupos tenham apresentado evolução da força muscular ao longo do acompanhamento, não houve diferença significativa entre as intervenções. Esse resultado evidencia que a resposta favorável ao exercício pode ocorrer independentemente da utilização do manguito, especialmente quando a estratégia investigada envolve o treinamento indireto do membro acometido.

Achados mais favoráveis foram descritos por Zheng et al. (2026), em ensaio clínico randomizado e controlado por procedimento simulado, desenvolvido durante a fase

intermediária da reabilitação. Dos 48 indivíduos inicialmente distribuídos entre os grupos, 43 concluíram o acompanhamento. Entre a 13ª e a 20ª semana após a cirurgia, os participantes realizaram exercícios resistidos com intensidade equivalente a 30% de uma repetição máxima, duas vezes por semana; no grupo experimental, acrescentou-se RFS individualizada correspondente a 40% da pressão de oclusão arterial. Na avaliação realizada na 24ª semana, foram observados resultados superiores no grupo submetido à compressão quanto à força dos extensores e flexores do joelho, além de indicadores de ativação neuromuscular.

A interpretação dos resultados de Zheng et al. (2026), contudo, exige atenção aos desfechos que não apresentaram diferenças expressivas. Apesar dos ganhos identificados na capacidade de produção de força e em determinadas medidas funcionais, não foram constatadas alterações estatisticamente significativas entre os grupos na espessura do quadríceps ou na amplitude de movimento articular. Além disso, os autores apontaram limitações relacionadas à ausência de avaliações basais dos desfechos e de mensuração imediatamente após o término da intervenção. Portanto, embora a pesquisa ofereça evidências favoráveis à utilização complementar da RFS durante a etapa intermediária do tratamento, seus resultados não permitem estabelecer conclusões definitivas sobre a magnitude e a duração das adaptações musculares.

A síntese quantitativa apresentada por Gopinatth et al. (2025), baseada em oito ensaios clínicos randomizados e 245 participantes, também identificou resultados positivos em determinados indicadores de recuperação após a reconstrução ligamentar. Os autores verificaram benefícios relacionados à força isocinética do quadríceps, à funcionalidade do joelho e à percepção dolorosa. Entretanto, a análise não demonstrou melhora estatisticamente significativa no volume muscular. Essa distinção é importante porque o aumento da capacidade de produzir força não corresponde necessariamente à recuperação simultânea da massa muscular, uma vez que esses parâmetros representam dimensões distintas da adaptação fisiológica e devem ser avaliados separadamente.

Em publicação posterior, Hu et al. (2026) reuniram nove ensaios clínicos randomizados, totalizando 372 participantes, e observaram melhora significativa no pico de torque do quadríceps e no trabalho muscular total entre os indivíduos submetidos à RFS. Também foi identificada diferença favorável nos escores de Lysholm, instrumento destinado à avaliação de sintomas e limitações funcionais do joelho. Entretanto, os resultados referentes ao IKDC, à intensidade da dor e à amplitude de movimento não apresentaram diferenças estatisticamente relevantes. A divergência entre os instrumentos utilizados e os resultados obtidos reforça que a efetividade da intervenção deve ser examinada a partir de múltiplos

indicadores, evitando-se atribuir a uma única medida a representação integral da recuperação muscular.

Em conjunto, os estudos analisados apontam que a restrição de fluxo sanguíneo pode favorecer a recuperação da força do quadríceps após a reconstrução do LCA, sobretudo quando incorporada a exercícios resistidos de baixa intensidade e aplicada mediante parâmetros individualizados. Todavia, a magnitude dos benefícios não é uniforme entre as investigações, havendo diferenças quanto ao momento de início, à pressão de oclusão, à frequência das sessões, à duração dos programas e às características dos participantes. Dessa maneira, a utilização desse recurso deve ser orientada por avaliação fisioterapêutica criteriosa, considerando a evolução clínica, a tolerância ao esforço e os objetivos funcionais de cada etapa.

3.3 Efeitos sobre dor e recuperação funcional

A dor constitui uma manifestação clínica relevante durante o período de recuperação após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), podendo limitar a mobilidade, comprometer a execução dos exercícios terapêuticos e retardar a progressão das atividades funcionais. Sua persistência também pode influenciar a confiança do indivíduo na utilização do membro operado, interferindo na retomada de tarefas cotidianas e esportivas. Nesse cenário, a escolha de recursos que permitam desenvolver a capacidade muscular sem impor, necessariamente, elevada sobrecarga mecânica ao joelho assume importância na organização do programa fisioterapêutico.

A mensuração desse sintoma nos estudos clínicos ocorre, principalmente, por meio de instrumentos subjetivos padronizados, entre os quais se destaca a Escala Visual Analógica (EVA), também identificada na literatura internacional como Visual Analogue Scale (VAS). Além da intensidade referida em repouso, algumas pesquisas investigam o desconforto durante movimentos específicos, como a subida e a descida de escadas, permitindo observar a repercussão da dor sobre tarefas que exigem maior solicitação articular. A utilização de diferentes condições de avaliação contribui para uma compreensão mais abrangente da experiência dolorosa, embora os resultados devam ser interpretados considerando as características de cada protocolo (BARZYK et al., 2026; HU et al., 2026).

A investigação conduzida por Barzyk et al. (2026) examinou especificamente a influência do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo sobre a dor e a capacidade funcional na fase inicial da reabilitação. O ensaio clínico randomizado comparou exercícios

de leg press com baixa carga associados à RFS e a realização do mesmo exercício sem compressão vascular adicional. O programa teve início na quarta semana após a cirurgia, com duas sessões semanais durante quatro semanas, sendo a percepção dolorosa avaliada em repouso e durante a subida de escadas, entre outros parâmetros. Embora os participantes tenham apresentado evolução ao longo do acompanhamento, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos desfechos primários e secundários.

Esse resultado merece atenção porque demonstra que a diminuição da dor observada durante o processo de reabilitação não pode ser atribuída automaticamente à utilização da RFS. A melhora registrada nos dois grupos pode estar relacionada à evolução pós-operatória, à continuidade do tratamento convencional e à adaptação progressiva aos exercícios. Portanto, embora a técnica permita a realização de atividades resistidas com cargas inferiores, sua aplicação não assegura, por si só, maior analgesia em comparação com programas de fortalecimento sem restrição circulatória. A interpretação dos achados exige distinguir os efeitos específicos do recurso daqueles decorrentes da recuperação natural e das demais intervenções fisioterapêuticas.

Na metanálise de Gopinatth et al. (2025), que reuniu oito ensaios clínicos randomizados e 245 participantes, foram identificados resultados favoráveis à RFS em determinados indicadores clínicos, incluindo a dor, a força isocinética e a pontuação do International Knee Documentation Committee (IKDC). Entretanto, os autores não observaram diferenças significativas no volume muscular do quadríceps. A análise sugere que a intervenção pode contribuir para aspectos específicos da recuperação, mas não permite concluir que todos os componentes da função do joelho evoluam de maneira equivalente. Além disso, a diversidade dos protocolos incluídos recomenda prudência ao extrapolar os resultados para diferentes perfis de pacientes e fases do tratamento (GOPINATTH et al., 2025).

Em sentido complementar, Hu et al. (2026), ao examinarem nove ensaios clínicos randomizados, envolvendo 372 indivíduos, não identificaram diferença estatisticamente significativa na intensidade dolorosa mensurada pela escala visual analógica entre os grupos submetidos à RFS e aqueles que realizaram protocolos comparadores. Apesar disso, a metanálise apontou melhora nos escores de Lysholm, instrumento que contempla sintomas e limitações funcionais relacionadas ao joelho. Essa combinação de resultados demonstra que o aprimoramento da capacidade funcional não implica, necessariamente, redução proporcional da dor. A persistência de desconforto pode coexistir com ganhos em determinadas tarefas, o

que reforça a necessidade de avaliações clínicas que contemplem diferentes dimensões da recuperação (HU et al., 2026).

A recuperação funcional, por sua vez, compreende um conjunto de capacidades que ultrapassa a mensuração isolada da força muscular. Entre os aspectos relevantes encontram-se a mobilidade articular, a estabilidade dinâmica, o equilíbrio, a coordenação dos movimentos e a aptidão para executar atividades cotidianas sem limitações importantes. Nesse sentido, instrumentos como o IKDC e a escala de Lysholm permitem investigar a percepção do paciente acerca dos sintomas e da função do joelho, enquanto testes físicos, a exemplo do Y-Balance Test, oferecem informações sobre o controle postural e o desempenho durante tarefas que exigem apoio unipodal. A combinação desses indicadores favorece uma análise mais consistente da evolução terapêutica (HU et al., 2026; ZHENG et al., 2026).

Os resultados de Zheng et al. (2026) fornecem evidências adicionais sobre esse aspecto. No ensaio clínico randomizado realizado durante a fase intermediária da reabilitação, os participantes que receberam exercícios de baixa intensidade associados à RFS apresentaram, na avaliação de 24 semanas após a cirurgia, pontuações superiores no IKDC e na escala de atividade de Tegner em comparação ao grupo submetido ao procedimento simulado. Também foram observados resultados mais favoráveis no Y-Balance Test, na força dos músculos extensores e flexores do joelho e na atividade eletromiográfica do quadríceps. Esses achados indicam possível contribuição da estratégia para o desempenho funcional e neuromuscular, embora devam ser considerados os limites metodológicos apontados pelos próprios pesquisadores.

A mobilidade articular representa outro componente indispensável à análise da evolução pós-operatória, uma vez que restrições na flexão ou na extensão podem comprometer a marcha, a transferência entre posições e a execução de exercícios terapêuticos. Entretanto, a metanálise de Hu et al. (2026) não identificou diferenças significativas na amplitude de movimento entre os grupos que utilizaram RFS e aqueles submetidos às intervenções comparadoras. Resultado semelhante foi observado por Zheng et al. (2026), que não verificaram superioridade estatística da técnica nesse parâmetro. Assim, embora o recurso possa favorecer determinados indicadores de desempenho, não há evidências suficientes para considerá-lo isoladamente responsável pela restauração da mobilidade do joelho (HU et al., 2026; ZHENG et al., 2026).

Uma análise mais ampla foi apresentada por Xu et al. (2026), cuja revisão sistemática e metanálise reuniu 17 estudos, com 643 participantes, dos quais 12 contribuíram para a análise quantitativa. Os resultados indicaram benefícios da RFS sobre a recuperação

funcional, embora com elevada heterogeneidade entre as pesquisas, o que reduz a segurança da interpretação desse desfecho. Em contrapartida, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para a dor ou o equilíbrio postural. Os autores também destacaram que a qualidade das evidências relativas a esses dois parâmetros era muito baixa, recomendando cautela na interpretação dos resultados e a realização de investigações com protocolos mais uniformes (XU et al., 2026).

Diante das evidências examinadas, observa-se que a RFS apresenta resultados promissores para determinados componentes da recuperação funcional após a reconstrução do LCA, especialmente quando associada ao fortalecimento com cargas reduzidas. Todavia, sua influência sobre a dor permanece inconclusiva, visto que algumas sínteses identificam resultados favoráveis, enquanto outras não demonstram diferenças significativas em comparação às intervenções convencionais. A utilização desse recurso deve, portanto, integrar um planejamento individualizado, associado ao acompanhamento dos sintomas, da mobilidade, do equilíbrio e do desempenho em atividades funcionais. A evolução clínica não deve ser determinada por um único indicador, mas pela análise conjunta dos resultados objetivos e da percepção do paciente (GOPINATTH et al., 2025; HU et al., 2026; XU et al., 2026).

3.4 Comparação entre a reabilitação convencional e a restrição de fluxo sanguíneo

A reabilitação convencional após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) constitui a base do tratamento fisioterapêutico, sendo estruturada a partir de exercícios terapêuticos progressivos e adaptados às condições clínicas de cada indivíduo. Entre seus componentes estão a recuperação da mobilidade articular, o fortalecimento dos grupos musculares envolvidos na estabilidade do joelho, o treinamento proprioceptivo, o aprimoramento do equilíbrio e a execução de tarefas funcionais. A progressão dessas atividades deve considerar a cicatrização dos tecidos, a resposta do paciente às cargas e os objetivos estabelecidos para cada etapa do processo de recuperação (KOTSIFAKI et al., 2023).

As recomendações da diretriz clínica Aspetar, elaborada por Kotsifaki et al. (2023), ressaltam que os exercícios físicos devem representar o principal elemento da reabilitação após a reconstrução ligamentar. Os autores recomendam a combinação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, treinamento concêntrico e excêntrico, fortalecimento muscular e atividades destinadas ao controle motor. Essa abordagem procura recuperar não

apenas a capacidade de produção de força, mas também a coordenação e a eficiência dos movimentos necessários à retomada das atividades habituais. A utilização de critérios clínicos e funcionais para orientar a progressão é igualmente relevante, uma vez que o tempo transcorrido desde a cirurgia, isoladamente, não determina a prontidão para atividades de maior exigência física.

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS), por outro lado, apresenta uma proposta de fortalecimento que associa exercícios de baixa intensidade à aplicação de pressão externa individualizada no membro. Sua principal distinção em relação ao treinamento resistido convencional está na possibilidade de produzir estímulos fisiológicos relevantes utilizando cargas inferiores às habitualmente empregadas em programas de alta intensidade. Essa característica pode ser particularmente interessante em situações nas quais a dor, o edema ou a reduzida tolerância à sobrecarga articular dificultam a realização de exercícios com resistências mais elevadas. Entretanto, a técnica não contempla, isoladamente, todos os componentes necessários à recuperação pós-operatória, razão pela qual sua utilização deve ocorrer em conjunto com o planejamento fisioterapêutico global (KOTSIFAKI et al., 2023).

A própria diretriz Aspetar reconhece a possibilidade de incorporar o treinamento de baixa intensidade associado à RFS como complemento ao cuidado habitual, especialmente nas fases iniciais, quando o paciente apresenta dor acentuada ou dificuldade para tolerar cargas articulares mais elevadas. Essa recomendação, contudo, não significa que a compressão vascular deva substituir o fortalecimento progressivo ou as demais intervenções. Os autores também salientam a necessidade de verificar contraindicações e condições clínicas que possam elevar os riscos da aplicação, como determinadas doenças cardiovasculares, edema expressivo e irritações cutâneas. Dessa forma, a indicação depende de avaliação individual, conhecimento técnico e acompanhamento profissional durante a execução (KOTSIFAKI et al., 2023).

A comparação entre as duas modalidades foi investigada por Barzyk et al. (2026), em ensaio clínico randomizado que avaliou a inclusão da RFS em exercícios de leg press durante a fase inicial do tratamento. Os participantes realizaram o mesmo exercício com baixa carga, diferenciando-se pela presença ou ausência da restrição circulatória. Embora ambos os grupos tenham apresentado evolução ao longo das semanas de intervenção, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre eles nos desfechos avaliados. Esse achado demonstra que a adoção da RFS não garante resultados superiores em todas as circunstâncias, sendo necessário considerar a contribuição do próprio exercício resistido e da progressão terapêutica na melhora observada (BARZYK et al., 2026).

Em investigação conduzida por Sevinc et al. (2025), a associação entre RFS e educação cruzada também não demonstrou superioridade significativa em relação ao protocolo comparador para a recuperação da força e da morfologia do quadríceps. Embora a pesquisa tenha abordado uma estratégia específica de treinamento do membro não operado, seus resultados contribuem para a discussão sobre os benefícios adicionais da compressão vascular. A ausência de diferenças expressivas entre os grupos reforça que a resposta ao fortalecimento pode estar relacionada a diferentes mecanismos de adaptação, não sendo possível atribuir todos os ganhos musculares exclusivamente à restrição circulatória (SEVINC et al., 2025).

Em contrapartida, Erickson et al. (2025), ao compararem a aplicação ativa da RFS com um procedimento simulado em atletas submetidos à reconstrução do LCA, investigaram se a compressão poderia acrescentar benefícios ao programa de exercícios com cargas reduzidas. A pesquisa avaliou aspectos relacionados à função, à morfologia e à fisiologia do quadríceps, oferecendo subsídios para compreender as diferenças entre a realização isolada do fortalecimento e sua associação à restrição vascular. A interpretação desse tipo de estudo é especialmente relevante porque permite examinar o efeito adicional do dispositivo, reduzindo a possibilidade de confundir os resultados da intervenção com aqueles decorrentes da prática regular de exercícios.

Resultados mais recentes foram apresentados por Zheng et al. (2026), cujo ensaio clínico comparou o treinamento resistido de baixa intensidade associado à RFS com o mesmo programa acompanhado de pressão simulada. Durante a fase intermediária da reabilitação, o grupo submetido à restrição apresentou resultados superiores em determinados indicadores, incluindo força dos músculos extensores e flexores do joelho, desempenho no Y-Balance Test e pontuações de funcionalidade. Apesar desses achados favoráveis, não foram identificadas diferenças significativas na espessura do quadríceps ou na amplitude de movimento. A pesquisa sugere, portanto, que a RFS pode proporcionar benefícios adicionais em parâmetros específicos, sem necessariamente modificar todos os componentes avaliados (ZHENG et al., 2026).

A síntese de Gopinatth et al. (2025), composta por oito ensaios clínicos randomizados e 245 participantes, identificou efeitos favoráveis da RFS sobre a força isocinética, a funcionalidade do joelho e a dor, embora não tenha demonstrado diferença significativa no volume muscular do quadríceps. De maneira semelhante, Li et al. (2025) observaram que os resultados variavam conforme o período de acompanhamento e o desfecho considerado, sem evidências de superioridade da técnica para todos os parâmetros durante as primeiras semanas

após a cirurgia. Em conjunto, essas publicações indicam que a incorporação da compressão vascular pode ser vantajosa em determinadas circunstâncias, mas a magnitude de sua contribuição depende das características do protocolo e da variável clínica examinada (GOPINATTH et al., 2025; LI et al., 2025).

Diante dessas evidências, a reabilitação convencional deve permanecer como eixo estruturante do tratamento após a reconstrução do LCA, contemplando fortalecimento progressivo, mobilidade, controle neuromuscular, equilíbrio e treinamento funcional. A RFS pode ser incorporada como recurso complementar quando houver indicação clínica, sobretudo diante da dificuldade temporária de tolerar cargas elevadas, desde que sejam observados os parâmetros de segurança e a individualização da pressão aplicada. Não se justifica, portanto, estabelecer uma oposição entre as duas abordagens, uma vez que elas podem atuar de forma integrada. A escolha terapêutica deve considerar os objetivos de cada fase, a resposta individual e os resultados mensurados ao longo do acompanhamento, sem presumir que a utilização da RFS seja indispensável ou superior em todos os casos (KOTSIFAKI et al., 2023; GOPINATTH et al., 2025; ZHENG et al., 2026).

3.5 Síntese dos estudos clínicos selecionados

A análise comparativa das publicações sobre a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) permite reconhecer diferentes respostas à intervenção, considerando o delineamento metodológico, o perfil dos participantes, a fase pós-operatória e os indicadores utilizados. Para uma interpretação adequada, é necessário distinguir os ensaios clínicos randomizados das revisões sistemáticas e metanálises: enquanto os primeiros investigam diretamente os efeitos de protocolos específicos, as demais modalidades de pesquisa sintetizam resultados de diferentes investigações. Essa diferenciação evita atribuir às revisões características de estudos primários e contribui para uma apresentação metodologicamente mais rigorosa das evidências. Nesse sentido, o Quadro 1 apresenta a caracterização dos principais estudos selecionados, contemplando seus delineamentos metodológicos, as características das amostras e os principais resultados identificados em relação à utilização da restrição de fluxo sanguíneo após a reconstrução do LCA.

Quadro 1: Caracterização dos principais estudos sobre restrição de fluxo sanguíneo após reconstrução do LCA

Estudo	Características metodológicas	Principais resultados
Erickson et al. (2025)	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, com 48 atletas. Comparou treinamento de baixa carga com RFS ativa e treinamento convencional com dispositivo simulado.	Investigou força, morfologia, fisiologia do quadríceps e biomecânica do joelho.
Sevinc et al. (2025)	Ensaio clínico prospectivo, randomizado e controlado, com 24 homens. Comparou educação cruzada associada ou não à RFS.	Não identificou diferenças significativas entre os grupos na força e na morfologia muscular.
Barzyk et al. (2026)	Ensaio clínico randomizado com 30 participantes. Comparou exercícios de leg press com baixa carga, associados ou não à RFS, iniciados quatro semanas após a cirurgia.	Não encontrou superioridade da RFS nos desfechos de dor, força, mobilidade e funcionalidade.
Zheng et al. (2026)	Ensaio clínico randomizado e controlado por procedimento simulado, com 48 participantes inicialmente distribuídos; 43 concluíram o acompanhamento. Intervenção entre a 13ª e a 20ª semana pós-operatória.	Identificou resultados superiores em força, funcionalidade, equilíbrio e atividade neuromuscular no grupo RFS.
Li et al. (2025)	Revisão sistemática e metanálise de 11 estudos, envolvendo 276 participantes.	Não identificou benefícios significativos para força e área muscular nas primeiras três semanas; observou melhora do IKDC entre oito e 14 semanas.
Gopinatth et al. (2025)	Revisão sistemática e metanálise de oito ensaios clínicos randomizados, com 245 participantes.	Identificou resultados favoráveis para força isocinética, funcionalidade e dor, mas não para volume muscular.
Hu et al. (2026)	Revisão sistemática e metanálise de nove ensaios clínicos randomizados, totalizando 372 participantes.	Verificou melhora em determinados indicadores de força e na escala de Lysholm, sem diferenças significativas em dor, IKDC e amplitude de movimento.
Xu et al. (2026)	Revisão sistemática e metanálise de 17 estudos, com 643 participantes; 12 pesquisas contribuíram para a análise quantitativa.	Apontou benefícios para força do quadríceps e recuperação funcional, mas resultados inconclusivos para dor e equilíbrio.

Fonte: elaborado com base em Erickson et al. (2025), Sevinc et al. (2025), Barzyk et al. (2026), Zheng et al. (2026), Li et al. (2025), Gopinatth et al. (2025), Hu et al. (2026) e Xu et al. (2026).

A pesquisa de Erickson et al. (2025) apresenta particular relevância por seu delineamento duplo-cego, randomizado e controlado por placebo, envolvendo 48 atletas, dos quais 20 eram mulheres e 28 homens. Os participantes foram distribuídos entre treinamento de baixa carga com RFS ativa e fortalecimento convencional acompanhado de dispositivo simulado. Ambos os grupos também seguiram um programa padronizado de reabilitação. A investigação contemplou avaliações realizadas antes e após o período de intervenção, abrangendo força muscular, características morfológicas e fisiológicas do quadríceps e parâmetros biomecânicos durante a marcha. A amplitude das variáveis examinadas permite compreender que a resposta à técnica não deve ser reduzida à mensuração isolada da força.

Em perspectiva distinta, Sevinc et al. (2025) investigaram a aplicação da RFS associada à educação cruzada, estratégia que utiliza o treinamento do membro não operado

para produzir adaptações neuromusculares também no membro contralateral. O ensaio incluiu 24 homens submetidos à reconstrução ligamentar e comparou o treinamento excêntrico do membro íntegro com e sem restrição circulatória. Embora tenha ocorrido evolução temporal da força e da espessura muscular, a análise não demonstrou superioridade estatística da intervenção associada à RFS. Esse resultado ressalta que a melhora observada durante a reabilitação pode decorrer do estímulo ao exercício propriamente dito, sem que a compressão vascular represente necessariamente um fator adicional determinante.

A investigação de Barzyk et al. (2026) concentrou-se na etapa inicial do período pós-operatório e reuniu 30 participantes submetidos à reconstrução primária do LCA. A intervenção começou na quarta semana após a cirurgia e consistiu em exercícios de leg press com baixa carga, realizados duas vezes por semana durante quatro semanas, com ou sem RFS. Foram examinadas a percepção dolorosa, a sensibilidade à pressão, a força muscular, a amplitude de movimento e a funcionalidade do joelho. Apesar da evolução observada ao longo do acompanhamento em ambos os grupos, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades. Os autores concluíram que, naquela amostra e nas condições investigadas, a associação da restrição circulatória não proporcionou benefícios clínicos adicionais ao exercício de baixa intensidade.

Em contraste com os resultados obtidos na fase inicial, Zheng et al. (2026) investigaram a aplicação da RFS durante o período intermediário da recuperação. O estudo distribuiu aleatoriamente 48 pacientes entre treinamento de baixa intensidade com compressão vascular e procedimento simulado, sendo que 43 concluíram o acompanhamento. Entre a 13ª e a 20ª semana após a cirurgia, os participantes realizaram exercícios com intensidade equivalente a 30% de uma repetição máxima, duas vezes por semana. Na avaliação da 24ª semana, o grupo experimental apresentou resultados superiores no IKDC, na escala de atividade de Tegner, na força dos extensores e flexores do joelho, no Y-Balance Test e na atividade eletromiográfica do quadríceps. Entretanto, não houve diferenças significativas na espessura muscular ou na amplitude de movimento, e os autores recomendaram cautela devido à ausência de avaliações basais dos desfechos.

As revisões sistemáticas e metanálises ampliam a interpretação desses ensaios ao reunir resultados de diferentes protocolos. Li et al. (2025), ao analisarem 11 estudos com 276 participantes, verificaram que a RFS não produziu diferenças significativas na força isométrica voluntária máxima ou na área de secção transversal do quadríceps durante as três primeiras semanas após a cirurgia. No acompanhamento intermediário, entre oito e 14 semanas, foi observada melhora nos escores do IKDC. A análise demonstra que o momento

da avaliação interfere na interpretação dos resultados, pois os efeitos identificados em determinado intervalo não podem ser automaticamente estendidos a todas as etapas da reabilitação.

De maneira complementar, Gopinatth et al. (2025) reuniram oito ensaios clínicos randomizados, totalizando 245 participantes, e identificaram resultados favoráveis à RFS em parâmetros de força isocinética, funcionalidade e dor. Contudo, não foi constatada diferença significativa no volume muscular do quadríceps. Hu et al. (2026), por sua vez, analisaram nove ensaios randomizados, envolvendo 372 indivíduos, e encontraram melhora no pico de torque e no trabalho muscular total, além de resultados favoráveis na escala de Lysholm. Entretanto, não observaram diferenças estatisticamente relevantes nos escores do IKDC, na dor ou na amplitude de movimento. A comparação entre essas sínteses evidencia que os efeitos da técnica variam conforme os indicadores selecionados e a composição dos estudos incluídos.

A metanálise de Xu et al. (2026) acrescenta elementos importantes à discussão, pois incorporou 17 estudos, com 643 participantes, dos quais 12 foram incluídos na análise quantitativa. Os autores identificaram efeitos favoráveis sobre a força do quadríceps e a recuperação funcional em comparação com a reabilitação convencional. Entretanto, a análise da funcionalidade apresentou heterogeneidade elevada, indicando diferenças consideráveis entre os resultados das pesquisas. Também não foram observados efeitos estatisticamente significativos sobre a dor e o equilíbrio postural, cujas evidências foram classificadas como de certeza muito baixa. Embora não tenham sido relatados eventos adversos graves relacionados à intervenção nos estudos incluídos, os pesquisadores ressaltaram limitações na documentação da segurança e na padronização dos protocolos.

A comparação conjunta das investigações demonstra que os resultados não são uniformes e parecem sofrer influência do estágio pós-operatório em que a RFS é introduzida. Na fase inicial, o estudo de Barzyk et al. (2026) não identificou vantagens adicionais em relação ao fortalecimento de baixa carga realizado sem compressão vascular. Já durante o período intermediário, Zheng et al. (2026) observaram diferenças favoráveis em determinados indicadores musculares e funcionais. Essa divergência não comprova, isoladamente, que a aplicação tardia seja necessariamente superior, uma vez que os ensaios apresentaram amostras, protocolos, instrumentos e condições experimentais distintos. A comparação deve, portanto, ser interpretada como indicativa de possíveis diferenças relacionadas ao momento de aplicação, e não como demonstração definitiva de uma janela terapêutica ideal.

Em síntese, as evidências selecionadas apontam que a RFS pode representar um recurso complementar promissor para o fortalecimento do quadríceps e para determinados aspectos da recuperação funcional após a reconstrução do LCA. Entretanto, a ausência de benefícios adicionais em alguns ensaios, as divergências entre os desfechos e a heterogeneidade dos protocolos impedem afirmar sua superioridade generalizada em relação à reabilitação convencional. A interpretação mais consistente é que a técnica pode ser considerada em situações específicas, mediante avaliação individualizada, controle adequado da pressão aplicada e integração ao programa fisioterapêutico habitual. Investigações futuras, com amostras maiores, acompanhamento prolongado e critérios uniformes de avaliação, são necessárias para esclarecer sua efetividade em diferentes fases da recuperação (ERICKSON et al., 2025; GOPINATTH et al., 2025; XU et al., 2026).

4 DISCUSSÃO

A reabilitação após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) configura um processo terapêutico multifatorial, cuja condução exige planejamento individualizado, monitoramento contínuo e adequação das intervenções à evolução clínica do paciente. Entre os principais desafios desse percurso destaca-se a recuperação da capacidade funcional do quadríceps, frequentemente comprometida em decorrência do trauma, do procedimento cirúrgico, da inibição muscular artrogênica e da redução temporária das atividades físicas. Essas alterações podem repercutir sobre a estabilidade dinâmica do joelho, a marcha e o desempenho em tarefas que demandam força, coordenação e controle neuromuscular. Por essa razão, a intervenção fisioterapêutica deve contemplar não apenas o fortalecimento, mas também a restauração progressiva das habilidades necessárias à retomada das atividades habituais e esportivas (KOTSIFAKI et al., 2023).

Nesse cenário, a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) tem despertado interesse como estratégia adjuvante ao treinamento resistido, especialmente por permitir a realização de exercícios com cargas reduzidas. Sua aplicação procura produzir estímulos fisiológicos capazes de favorecer adaptações musculares em circunstâncias nas quais a utilização de resistências elevadas pode ser limitada pela dor, pelo edema ou pela tolerância mecânica do membro operado. Entretanto, sua finalidade não deve ser confundida com a de um programa completo de reabilitação, uma vez que a técnica atua principalmente como recurso complementar ao fortalecimento e não contempla, isoladamente, todas as demandas

funcionais decorrentes da reconstrução ligamentar (KOTSIFAKI et al., 2023; ERICKSON et al., 2025).

A interpretação das pesquisas disponíveis demonstra que os efeitos da RFS não são uniformes entre os diferentes parâmetros avaliados. Li et al. (2025), ao reunirem 11 estudos e 276 participantes em uma revisão sistemática com metanálise, não identificaram diferenças estatisticamente significativas na força isométrica voluntária máxima ou na área de secção transversal do quadríceps durante as três primeiras semanas após a cirurgia. Em contrapartida, verificaram melhora nos escores do International Knee Documentation Committee (IKDC) entre oito e 14 semanas de acompanhamento. Essa diferença entre os resultados evidencia que a resposta à intervenção pode variar conforme o período de avaliação e a natureza do desfecho, não sendo adequado atribuir à técnica uma eficácia homogênea ao longo de toda a recuperação (LI et al., 2025).

A ausência de superioridade estatística na etapa inicial não permite concluir que a RFS seja desprovida de utilidade clínica. O achado demonstra, mais precisamente, que sua associação aos exercícios de baixa intensidade não assegurou vantagens adicionais em relação à realização do fortalecimento sem compressão vascular nas condições examinadas. A evolução observada nos participantes também pode estar relacionada à continuidade do tratamento convencional, à adaptação progressiva aos estímulos físicos e ao próprio curso da recuperação pós-operatória. Portanto, a análise dos resultados deve distinguir os efeitos específicos do dispositivo daqueles decorrentes da prática regular de exercícios terapêuticos (BARZYK et al., 2026; LI et al., 2025).

A comparação entre as abordagens também exige considerar a abrangência da fisioterapia convencional. Conforme a diretriz clínica elaborada por Kotsifaki et al. (2023), o tratamento deve incluir exercícios de fortalecimento em diferentes modalidades, treinamento neuromuscular, recuperação da mobilidade, atividades em cadeia cinética aberta e fechada, além de estratégias voltadas à restauração da capacidade funcional. A progressão precisa ser orientada por critérios clínicos e pelo desempenho apresentado pelo indivíduo, não apenas pelo tempo decorrido desde a intervenção cirúrgica. Nesse sentido, a RFS pode ser incorporada ao programa habitual, mas não substitui os demais componentes indispensáveis à recuperação da articulação.

A preservação da massa muscular constitui outro aspecto relevante, sobretudo diante da atrofia que pode ocorrer em consequência da imobilização relativa, da redução da atividade física e das alterações neuromusculares associadas ao procedimento. A possibilidade de utilizar cargas inferiores às empregadas no treinamento resistido tradicional apresenta

interesse terapêutico, principalmente quando o paciente ainda não tolera exercícios de maior intensidade. Contudo, a expectativa de preservação ou recuperação do tecido muscular deve ser fundamentada nos resultados efetivamente demonstrados. Gopinatth et al. (2025), em metanálise de oito ensaios clínicos randomizados, envolvendo 245 participantes, identificaram benefícios em determinados indicadores de força isocinética e funcionalidade, mas não encontraram diferenças significativas no volume do quadríceps. Assim, ganhos de desempenho muscular não devem ser interpretados automaticamente como aumento proporcional da massa muscular (GOPINATTH et al., 2025).

A dor representa uma variável adicional na escolha dos procedimentos terapêuticos, pois pode limitar a execução dos movimentos, reduzir a tolerância ao esforço e dificultar a progressão das resistências utilizadas. Embora a RFS permita realizar exercícios com menor carga externa, essa característica não significa, necessariamente, que sua aplicação produza efeito analgésico superior. Hu et al. (2026), ao analisarem nove ensaios clínicos randomizados, com 372 participantes, não identificaram diferenças estatisticamente significativas na intensidade dolorosa entre os grupos. De modo semelhante, Xu et al. (2026) não observaram efeito significativo sobre esse parâmetro. Tais resultados indicam que a redução do desconforto depende de múltiplos fatores e não pode ser atribuída exclusivamente à utilização da compressão vascular.

As diferenças entre os ensaios clínicos tornam-se mais evidentes quando se considera o momento de introdução da intervenção. Barzyk et al. (2026) investigaram 30 pacientes submetidos a exercícios de leg press com baixa carga, iniciados na quarta semana após a cirurgia, comparando a execução com e sem restrição circulatória. Embora os dois grupos tenham apresentado evolução durante o acompanhamento, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros examinados, incluindo dor e capacidade funcional. Esse resultado sugere que, na fase inicial e nas condições específicas do protocolo estudado, o exercício resistido de baixa intensidade foi capaz de promover evolução sem que a adição da RFS demonstrasse vantagem mensurável (BARZYK et al., 2026).

Em contrapartida, Zheng et al. (2026) encontraram resultados favoráveis à utilização da técnica durante a fase intermediária da recuperação. O ensaio clínico comparou o treinamento resistido de baixa intensidade associado à RFS com um procedimento simulado, em intervenção realizada entre a 13ª e a 20ª semana pós-operatória. Na avaliação subsequente, o grupo experimental apresentou resultados superiores em determinados indicadores, como força dos extensores e flexores do joelho, pontuação do IKDC, escala de atividade de Tegner, equilíbrio dinâmico e atividade eletromiográfica. Entretanto, não foram identificadas

diferenças significativas na espessura do quadríceps ou na amplitude de movimento, o que demonstra que os benefícios observados se concentraram em desfechos específicos (ZHENG et al., 2026).

A divergência entre esses dois ensaios não permite afirmar que a fase intermediária seja, necessariamente, o período ideal para iniciar a RFS. As pesquisas apresentam diferenças quanto às características dos participantes, à duração dos protocolos, aos exercícios selecionados e aos instrumentos de avaliação. Além disso, a quantidade de indivíduos incluídos nas amostras limita a possibilidade de generalizar os resultados para toda a população submetida à reconstrução ligamentar. A interpretação mais prudente consiste em reconhecer que o estágio pós-operatório pode influenciar a resposta ao treinamento, mas que a definição do momento mais apropriado para sua introdução ainda depende de investigações comparativas com delineamentos mais amplos (BARZYK et al., 2026; ZHENG et al., 2026).

A análise de Erickson et al. (2025) também contribui para essa discussão ao comparar a aplicação ativa da RFS com um procedimento simulado em atletas submetidos à reconstrução do LCA. O estudo avaliou aspectos relacionados à força, à morfologia e à função do quadríceps, além de parâmetros fisiológicos e biomecânicos. Esse delineamento é relevante porque procura identificar a contribuição específica da restrição vascular quando acrescentada a um programa de exercícios com baixa carga. A comparação controlada permite discutir a técnica para além de seus mecanismos fisiológicos hipotéticos, aproximando a análise de sua utilidade clínica efetiva (ERICKSON et al., 2025).

Por sua vez, Sevinc et al. (2025) investigaram a associação entre RFS e educação cruzada, estratégia que utiliza o treinamento do membro não operado para favorecer adaptações neuromusculares no lado acometido. A pesquisa não identificou superioridade estatisticamente significativa da intervenção associada à compressão em relação ao protocolo comparador para a força e a morfologia do quadríceps. Esse resultado demonstra que a inclusão do dispositivo não garante, em todas as modalidades de treinamento, um benefício adicional detectável. Também reforça a importância de examinar cada proposta terapêutica de acordo com sua finalidade, evitando extrapolar conclusões de um protocolo específico para todas as formas de aplicação da técnica (SEVINC et al., 2025).

As sínteses quantitativas reforçam a necessidade de interpretar os resultados de maneira multidimensional. Gopinatth et al. (2025) identificaram efeitos favoráveis sobre a força isocinética, a funcionalidade e a dor, embora sem diferença significativa no volume muscular. Hu et al. (2026), por sua vez, observaram melhora no pico de torque do quadríceps, no trabalho muscular e nos escores de Lysholm, mas não encontraram diferenças

estatisticamente relevantes no IKDC, na dor ou na amplitude articular. Já Xu et al. (2026) apontaram benefícios para a força muscular e a recuperação funcional, porém registraram resultados inconclusivos para dor e equilíbrio. A variação entre essas conclusões demonstra que a efetividade da RFS depende do desfecho considerado e da composição das pesquisas reunidas em cada revisão (GOPINATTH et al., 2025; HU et al., 2026; XU et al., 2026).

Outro aspecto indispensável à discussão refere-se à segurança da aplicação. A utilização da RFS requer avaliação prévia das condições clínicas e vasculares, escolha apropriada do equipamento, individualização da pressão de oclusão e acompanhamento profissional durante os exercícios. A pressão não deve ser definida exclusivamente pela percepção subjetiva do paciente, tampouco por valores fixos aplicados indistintamente. A diretriz de Kotsifaki et al. (2023) recomenda que a indicação considere possíveis contraindicações e fatores de risco, incluindo condições cardiovasculares e vasculares, alterações importantes no membro e situações que exijam precauções específicas. Dessa maneira, a adoção do recurso deve estar fundamentada em critérios de segurança, e não apenas na expectativa de ganhos musculares.

Na prática fisioterapêutica, a escolha entre exercícios convencionais e atividades associadas à restrição circulatória não deve ser compreendida como uma decisão excludente. O fortalecimento progressivo, a recuperação da mobilidade, o treinamento proprioceptivo e o aprimoramento do controle neuromuscular continuam necessários para restabelecer a capacidade funcional do joelho. A RFS pode ser incorporada quando houver indicação para utilizar cargas externas reduzidas, desde que sua aplicação seja compatível com o estágio de recuperação e com a tolerância individual. Essa integração permite que o tratamento preserve sua abrangência, utilizando a técnica como instrumento auxiliar, sem comprometer os demais objetivos da reabilitação (KOTSIFAKI et al., 2023; ERICKSON et al., 2025).

A retomada das atividades esportivas, por sua vez, exige avaliação que ultrapasse a recuperação isolada da força muscular. Devem ser considerados o desempenho em testes funcionais, a simetria entre os membros, o controle dos movimentos, a estabilidade dinâmica, a capacidade de executar gestos específicos da modalidade e a confiança do indivíduo para retornar à prática. A diretriz Aspetar destaca a importância de critérios objetivos e de uma progressão baseada na capacidade demonstrada pelo paciente. Portanto, a utilização da RFS não deve ser interpretada como garantia de retorno esportivo mais rápido, uma vez que essa decisão depende de um conjunto de indicadores clínicos e funcionais (KOTSIFAKI et al., 2023).

As limitações metodológicas das publicações disponíveis também precisam ser consideradas. Entre os principais aspectos estão as amostras relativamente pequenas de alguns ensaios, a diversidade das pressões utilizadas, as diferenças na intensidade e na frequência dos exercícios, os períodos distintos de acompanhamento e a variedade dos instrumentos de avaliação. Além disso, nem todas as pesquisas investigaram os mesmos desfechos, dificultando a comparação direta entre os resultados. Xu et al. (2026) destacaram a heterogeneidade das evidências relacionadas à recuperação funcional e a baixa certeza dos resultados referentes à dor e ao equilíbrio, aspectos que restringem a segurança das conclusões.

Outra limitação corresponde à disponibilidade ainda reduzida de informações sobre os efeitos prolongados da intervenção. Parte das pesquisas concentra-se em períodos específicos da recuperação, sem acompanhar suficientemente os participantes após a conclusão dos protocolos. Essa circunstância dificulta determinar se os benefícios observados permanecem ao longo do tempo ou se influenciam efetivamente o retorno às atividades esportivas. Por conseguinte, são necessários ensaios clínicos randomizados com amostras mais representativas, protocolos padronizados, acompanhamento longitudinal e critérios uniformes para mensuração da força, da dor, da funcionalidade e da segurança (LI et al., 2025; HU et al., 2026; XU et al., 2026).

Diante do conjunto de evidências, compreende-se que a restrição de fluxo sanguíneo apresenta potencial como estratégia complementar na reabilitação após a reconstrução do LCA, especialmente por possibilitar estímulos resistidos com cargas reduzidas e favorecer determinados indicadores de desempenho muscular. Contudo, os resultados não demonstram superioridade consistente em todas as variáveis investigadas, tampouco justificam sua substituição pelos procedimentos convencionais. A fisioterapia baseada em exercícios progressivos permanece como fundamento do tratamento, enquanto a RFS pode ser incorporada mediante indicação criteriosa, individualização dos parâmetros e monitoramento contínuo. Assim, sua relevância clínica deve ser estabelecida a partir dos benefícios efetivamente demonstrados, das condições de segurança e das necessidades funcionais de cada paciente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reabilitação fisioterapêutica após a reconstrução do ligamento cruzado anterior constitui uma etapa indispensável para a recuperação da estabilidade articular, da força

muscular e da funcionalidade do joelho. Nesse processo, o fortalecimento do quadríceps representa um dos principais objetivos terapêuticos, considerando sua participação na estabilização dinâmica da articulação e na realização de atividades funcionais e esportivas.

A análise das evidências científicas demonstra que a restrição de fluxo sanguíneo apresenta potencial como estratégia complementar aos protocolos convencionais de reabilitação, especialmente pela possibilidade de associar exercícios de baixa carga a estímulos relacionados ao fortalecimento muscular. Entretanto, seus resultados variam conforme o período de aplicação, as características dos pacientes e os parâmetros utilizados durante a intervenção.

Os estudos analisados apontam resultados favoráveis em determinados indicadores de força muscular e funcionalidade, mas também demonstram situações nas quais não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos submetidos à restrição de fluxo sanguíneo e aqueles que realizaram exercícios sem essa intervenção. Portanto, não é possível afirmar que a técnica seja superior à reabilitação convencional em todos os aspectos da recuperação pós-operatória.

Diante disso, compreende-se que a restrição de fluxo sanguíneo deve ser considerada um recurso complementar, e não um substituto dos protocolos tradicionais de fisioterapia. Sua aplicação exige avaliação individualizada, controle adequado da pressão de oclusão, identificação de possíveis contraindicações e acompanhamento por profissional capacitado.

Conclui-se que a associação da restrição de fluxo sanguíneo à reabilitação convencional pode representar uma alternativa terapêutica relevante para determinados pacientes submetidos à reconstrução do LCA, especialmente quando existe limitação para a realização de exercícios com cargas elevadas. Contudo, a indicação deve ser fundamentada nas condições clínicas individuais e nas evidências disponíveis.

Por fim, destaca-se a necessidade de novos estudos clínicos randomizados, com amostras mais representativas, protocolos padronizados e períodos de acompanhamento prolongados, para esclarecer os efeitos da restrição de fluxo sanguíneo sobre a força muscular, a preservação da massa muscular, a recuperação funcional e o retorno às atividades esportivas. Dessa maneira, será possível ampliar a compreensão sobre a aplicabilidade dessa estratégia e contribuir para o desenvolvimento de intervenções fisioterapêuticas cada vez mais fundamentadas em evidências científicas.

REFERÊNCIAS

BARZYK, Philipp et al. Effect of blood flow restriction training in early postoperative rehabilitation after ACL reconstruction: a randomised controlled trial. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 7, art. 1689257, 2025. DOI: **https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1689257**.

ERICKSON, Lauren N. et al. The efficacy of blood flow restriction training to improve quadriceps muscle function after anterior cruciate ligament reconstruction. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 57, n. 2, p. 227-237, 2025. DOI: **https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003573**.

GOPINATTH, Varun et al. Blood flow restriction enhances recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Arthroscopy**, v. 41, n. 4, p. 1048-1060, 2025. DOI: **https://doi.org/10.1016/j.arthro.2024.05.032**.

HU, Yuhui et al. Blood flow restriction training after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 14, n. 7, 2026. DOI: **https://doi.org/10.1177/23259671261440196**.

KOTSIFAKI, Roula et al. Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. **British Journal of Sports Medicine**, v. 57, n. 9, p. 500-514, 2023. DOI: **https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106158**.

LI, Xiaoyan et al. The effects of blood flow restriction training on early muscle strength and mid-term knee function following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, v. 20, art. 273, 2025. DOI: **https://doi.org/10.1186/s13018-025-05673-8**.

SEVINC, Ceyda et al. Blood flow restriction training with cross education for quadriceps muscle recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, controlled, single-blind clinical trial. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 33, n. 9, p. 3088-3097, 2025. DOI: **https://doi.org/10.1002/ksa.12553**.

XU, Nan et al. The effectiveness of blood flow restriction training on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Clinical Medicine**, v. 15, n. 12, art. 4706, 2026. DOI: **https://doi.org/10.3390/jcm15124706**.

ZHENG, Qun-ya et al. Blood flow restriction as an adjunct during mid-stage rehabilitation after ACL reconstruction: a randomized sham-controlled study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 27, art. 550, 2026. DOI: **https://doi.org/10.1186/s12891-026-09908-5**.