REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

ESPESSURA E ECOGENICIDADE MUSCULARES NO TREINAMENTO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: REVISÃO SISTEMÁTICA

MUSCLE THICKNESS AND ECHOGENICITY IN BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING: A SYSTEMATIC REVIEW

Ciências da Saúde • 25/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795528301

Clizaldo Luiz Maroja Di Pace França[1]

Camila Fernandes Pontes dos Santos Leite[2]

Pedro Henrique Marques de Lucena[3]

Wesley Crispim Ramalho[4]

Gilmário Ricarte Batista

Adenilson Targino de Araújo Júnior

Jefferson da Silva Novaes

Patrick Alan de Souza Pfeiffer

Maria do Socorro Cirilo de Sousa

RESUMO

Esta revisão sistemática analisa efeitos da restrição de fluxo sanguíneo na espessura e ecogenicidade musculares avaliadas por ultrassonografia. A busca, realizada entre setembro e novembro de 2026, identificou 633 registros. Dos 17 estudos inicialmente selecionados, 15 permaneceram na síntese muscular após separar dois estudos sem desfechos musculares elegíveis. O protocolo está registrado no PROSPERO sob CRD420261507067, com diferenças entre o planejamento e a execução relatada. Onze estudos investigaram adaptações crônicas e quatro respostas agudas. Os achados de espessura foram heterogêneos, e dois estudos relataram ecogenicidade. A síntese foi narrativa; a avaliação metodológica foi parcial. Os resultados não demonstram superioridade consistente da RFS e requerem cautela diante das limitações de elegibilidade, extração e risco de viés.

Palavras-chave: restrição de fluxo sanguíneo; ultrassonografia; espessura muscular; ecogenicidade; revisão sistemática.

ABSTRACT

This systematic review examines blood flow restriction effects on muscle thickness and echogenicity assessed by ultrasonography. Searches conducted between September and November 2026 identified 633 records. Of 17 initially selected studies, 15 remained in the muscle synthesis after removal of two studies without eligible muscle outcomes. The protocol is registered in PROSPERO as CRD420261507067, with differences between planned and reported methods. Eleven studies examined chronic adaptations and four acute responses. Thickness findings were heterogeneous, and two studies reported echogenicity. Synthesis was narrative, without meta-analysis, and methodological assessment was partial. Results do not establish consistent BFR superiority and require caution

because eligibility, data extraction, and outcome-level risk of bias remain incompletely verified.
Keywords: blood flow restriction; ultrasonography; muscle thickness; echogenicity; systematic review.

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de resistência tradicional com cargas elevadas (≥70% de uma repetição máxima, 1RM) é reconhecido como o método de referência para induzir hipertrofia muscular e ganhos de força. Contudo, essa abordagem pode ser contraindicada ou impraticável em populações específicas, como indivíduos em reabilitação pós-cirúrgica ou com limitações musculoesqueléticas. Nesse contexto, o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS), também denominado blood flow restriction (BFR) ou treinamento Kaatsu, tem sido proposto como alternativa que permite obter adaptações musculares com cargas substancialmente menores (Wilson *et al.*, 2013; Loenneke *et al.*, 2012a).

A técnica consiste na aplicação de pressão externa, por meio de manguitos ou torniquetes pneumáticos, na região proximal dos membros, reduzindo parcialmente o fluxo arterial e restringindo o retorno venoso durante o exercício. Entre os mecanismos propostos para os efeitos da RFS estão o aumento do estresse metabólico e o inchaço celular agudo (Loenneke *et al.*, 2012b; Wilson *et al.*, 2013).

A ultrassonografia musculoesquelética é uma ferramenta de avaliação não invasiva, portátil, de baixo custo e livre de radiação ionizante. Dois desfechos ultrassonográficos são particularmente relevantes: a espessura (ou a área de secção transversa) muscular, usada como indicador do tamanho do músculo, e a ecogenicidade

(intensidade de eco), que expressa a refletividade do tecido e tem sido utilizada no acompanhamento do inchaço muscular agudo após exercício com RFS (Wong *et al.*, 2019; Young; Duncan; Cook, 2021).

Apesar da quantidade de estudos sobre RFS, permanece incerto em que medida as alterações de espessura e ecogenicidade mensuradas por ultrassonografia diferem das observadas com o treinamento convencional, e se essas alterações se mantêm de modo consistente entre populações e protocolos. A heterogeneidade dos protocolos (pressão de oclusão, largura do manguito, carga, volume e duração) e das populações estudadas justifica uma síntese sistemática restrita a ensaios clínicos randomizados recentes.

1.1. Objetivos

Esta revisão sistemática teve como objetivos:

1. Objetivo primário: sintetizar os efeitos do treinamento com RFS sobre a espessura (ou área de secção transversa) muscular mensurada por ultrassonografia, em comparação com treinamento sem RFS ou grupo controle.

2. Objetivo secundário: sintetizar os efeitos do treinamento com RFS sobre a ecogenicidade do tecido musculoesquelético mensurada por ultrassonografia.

3. Objetivo terciário: descrever os protocolos de RFS, as populações e a qualidade metodológica dos ensaios clínicos randomizados incluídos.

As questões de pesquisa foram estruturadas no formato PICO (Quadro 1).

Quadro 1. Estrutura PICO da revisão sistemática

Elemento	Componente	Descrição
P	População	Seres humanos de qualquer faixa etária e nível de condicionamento físico, incluindo pacientes em reabilitação
I	Intervenção	Treinamento ou exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS/BFR), isolado ou combinado com outras intervenções
C	Comparação	Mesmo exercício sem RFS, treinamento de alta carga ou grupo controle
O	Desfechos	Espessura, área de secção transversa e/ou ecogenicidade (intensidade de eco) do tecido musculoesquelético avaliadas por ultrassonografia
S	Delineamento	Ensaios clínicos randomizados (incluindo cruzados) publicados entre 2021 e 2026

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de Estudo e Registro

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, com síntese narrativa, cujo relato toma como referência o PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021). O protocolo foi registrado no International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO), sob o número CRD420261507067, em 21 de setembro de 2026. O registro informa

início da revisão em 14 de setembro de 2026. Os procedimentos efetivamente relatados e suas diferenças em relação ao protocolo são apresentados a seguir.

2.2. Estratégia de Busca

A busca foi realizada entre setembro e novembro de 2026 em SciSpace (busca básica e em texto completo), Google Scholar, PubMed/MEDLINE, Scopus e Web of Science. SciSpace e Google Scholar foram empregados como ferramentas de busca; PubMed/MEDLINE, Scopus e Web of Science constituíram as bases bibliográficas. Scopus e Web of Science ampliaram a busca inicial. Foram mantidas as fontes e as consultas relatadas na execução, apresentadas a seguir:

- SciSpace / Google Scholar / PubMed: ("blood flow restriction" OR "BFR training" OR "vascular occlusion" OR "kaatsu") AND ("muscle thickness" OR "echo intensity" OR "ecogenicity" OR "ultrasonography") AND ("resistance training" OR "exercise");

- Scopus: TITLE-ABS-KEY ("blood flow restriction" OR "BFR" OR "kaatsu") AND ("muscle thickness" OR "echo intensity" OR "echogenicity") AND ("ultrasound" OR "ultrasonography");

- Web of Science: TS=("blood flow restriction" OR "BFR" OR "occlusion training") AND TS=("muscle thickness" OR "echo intensity" OR "echogenicity") AND TS=("ultrasound" OR "ultrasonography").

Foram identificados 633 registros: 445 na busca inicial (SciSpace, Google Scholar e PubMed) e 188 na busca ampliada (Scopus e Web of Science). Após a deduplicação relatada, 421 registros únicos foram

avaliados. A diferença entre os totais corresponde a 212 registros duplicados; esse número foi reconstruído aritmeticamente, sem acesso às exportações originais.

2.3. Critérios de Elegibilidade

A seleção relatada considerou os seguintes critérios:

– participantes humanos;

– intervenção ou exercício com RFS como componente principal;

– presença de espessura, área de secção transversa e/ou ecogenicidade muscular avaliadas por ultrassonografia;

– presença de comparação entre exercício sem RFS, alta carga, controle ou diferentes protocolos com RFS, conforme os contrastes efetivamente apresentados nos estudos;

– ensaio clínico randomizado, incluindo delineamento cruzado, com dados primários;

– publicação entre 2021 e 2026.

Foram excluídos estudos animais ou in vitro, revisões, editoriais e cartas, estudos que usaram ultrassonografia apenas para avaliação vascular e estudos sem dados primários. Na revisão editorial da elegibilidade, estudos exclusivamente tendíneos ou com apenas ângulo de penação e comprimento fascicular foram separados da síntese muscular; suas informações foram preservadas no Apêndice A.

2.4. Processo de Triagem e Seleção

A triagem de títulos e resumos e a avaliação dos textos disponíveis foram assistidas por um modelo de linguagem, que atribuiu pontuação de 0 a 5 conforme os critérios de elegibilidade. Foram utilizados limiares de ≥4,0 para títulos e resumos e ≥4,5 para textos completos. Dos 421 registros únicos, 292 foram excluídos e 129 avançaram na primeira rodada. O manuscrito de origem informa indisponibilidade de texto completo para 72 dos 99 estudos da busca inicial. Na etapa subsequente, foram aplicados os seguintes critérios de corte:

– E1: publicação anterior a 2021 ou ano não verificado (72 estudos excluídos);

– E2: estudo não primário ou sem RFS como intervenção (10 estudos excluídos);

– E3: ausência de randomização ou de comparador (26 estudos excluídos);

– E4: desfecho ultrassonográfico não confirmado ou duplicata (4 estudos excluídos).

Os critérios E1–E4 retiraram 112 registros, restando 17 estudos inicialmente selecionados. Em parte dos casos, a randomização foi classificada a partir de título e resumo. Na conferência editorial, Vervloet *et al.* (2024), sem espessura ou ecogenicidade muscular identificada, e Picón-Martínez *et al.* (2021), com espessura exclusivamente tendínea, foram retirados da síntese muscular e apresentados no Apêndice A. Assim, 15 estudos permaneceram na

síntese descritiva, ainda sujeitos à confirmação dos demais critérios de elegibilidade (Figura 1).

2.5. Extração de Dados

Foram extraídos delineamento, amostra, intervenção, carga, pressão de oclusão, largura do manguito, frequência, duração, desfecho ultrassonográfico e resultado principal. A extração inicial foi assistida por inteligência artificial, com uso de texto completo quando disponível e, nos demais casos, de título e resumo, sem conferência manual integral por dois revisores independentes. Na conferência editorial, foram corrigidos dados identificáveis nas publicações primárias e acrescentados os resultados de espessura de Li *et al.* (2023b); essa conferência dirigida não substitui a extração independente do conjunto.

2.6. Avaliação da Qualidade Metodológica

O risco de viés foi examinado inicialmente em seis estudos com texto completo, com RoB 2 para ensaios paralelos e a versão específica para ensaios cruzados (Sterne *et al.*, 2019). Cada ficha definiu desfecho, comparação, momento e efeito de interesse, adotando o efeito da atribuição à intervenção. As respostas às questões sinalizadoras, os julgamentos por domínio e as justificativas estão no Apêndice B. Trata-se de avaliação inicial assistida por inteligência artificial, ainda sem validação humana independente. As pontuações PEDro automatizadas foram retiradas por não terem sido verificadas item a item. Não foi aplicado ROBINS-I, pois os seis estudos examinados se apresentam como randomizados.

A certeza foi examinada de forma exploratória pelo GRADE apenas para espessura do RF e do VI em quatro semanas após reconstrução do LCA, comparando RFS associada à reabilitação com sham associado à mesma reabilitação. Esse subconjunto contém um estudo nesta etapa e não representa a certeza dos 15 estudos. Os rebaixamentos por domínio e os limites dessa avaliação constam no Apêndice C (Schünemann *et al.*, 2024).

2.7. Síntese dos Dados

A síntese foi narrativa em razão da heterogeneidade de populações, protocolos, músculos e métricas. Os resultados foram organizados por resposta crônica ou aguda, desfecho muscular e contraste efetivamente realizado. Os efeitos em espessura, área de secção transversa e ecogenicidade foram descritos separadamente, sem tratar área muscular obtida por ressonância magnética como medida ultrassonográfica. Não foi realizada metanálise. A direção dos resultados é descritiva e não corresponde a uma estimativa conjunta; ausência de diferença estatística não foi interpretada como equivalência.

2.8. Diferenças Entre Protocolo e Execução

Em relação ao protocolo, a execução utilizou SciSpace e Google Scholar como ferramentas adicionais e manteve PubMed/MEDLINE, Scopus e Web of Science; LILACS não integra as fontes relatadas. O recorte foi limitado a 2021–2026 e a ensaios classificados como randomizados. A seleção utilizou limiares de pontuação, a extração não foi integralmente validada por dois revisores e a avaliação metodológica inicial utilizou estimativas PEDro, posteriormente retiradas e substituídas por avaliações RoB 2 em seis estudos e

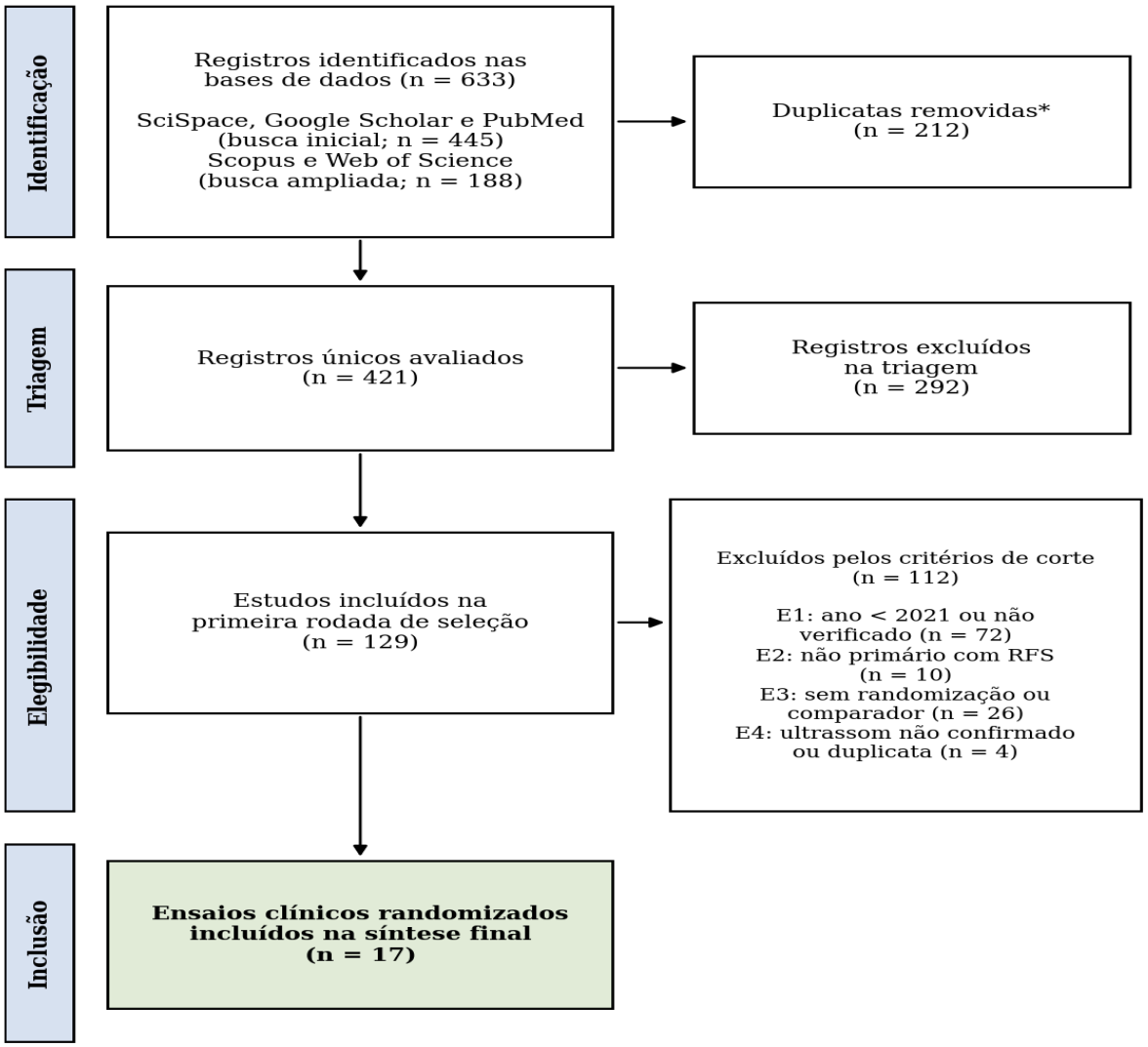
GRADE exploratório restrito a uma comparação. Esses procedimentos descrevem a execução e não são apresentados como cumprimento integral do plano registrado.

3. RESULTADOS

3.1. Seleção dos Estudos

A busca identificou 633 registros nas cinco fontes relatadas. Após deduplicação, 421 foram triados; 292 foram excluídos e 129 avançaram à rodada seguinte. Os critérios E1–E4 retiraram 112 registros (72, 10, 26 e 4, respectivamente), restando 17 inicialmente selecionados. A conferência editorial separou dois estudos sem desfechos musculares elegíveis, preservados no Apêndice A. A síntese muscular passou a reunir 15 estudos (Figura 1). A soma das retiradas posteriores à primeira rodada é de 114 (112 pelos critérios E1–E4 e dois pela conferência editorial). Esses cortes não foram classificados como exclusões após leitura integral, pois os totais de recuperação e avaliação de relatórios ainda não estão documentados; as pendências aparecem em amarelo na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma de seleção e pendências do PRISMA 2020



* Número reconstruído por diferença (633 − 421); conferir com as exportações das bases.
Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado do fluxograma PRISMA 2020.

Fonte: elaboração com base nos registros relatados, adaptada de Page *et al.* (2021).

3.2. Características dos Estudos Incluídos

Os 15 estudos mantidos na síntese muscular foram publicados entre 2021 e 2025: dois em 2021, um em 2022, cinco em 2023, três em 2024 e quatro em 2025, considerando o ano de publicação online utilizado no manuscrito. A amostra incluiu adultos saudáveis, atletas e pessoas após reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). Três publicações são resumos de congresso (Moghaddam *et al.*, 2023; Moreno *et al.*, 2023; Rivera *et al.*, 2022). Os estudos e as limitações de seus contrastes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Estudos mantidos na síntese muscular e resultados relatados

Estudo	Delineamento amostra e intervenção	Desfecho e resultado relatado
Alsalahi *et al.* (2025)	ECR piloto simples-cego; n = 16 homens pós-reconstrução do LCA RFS a 40–50% da PAO; 8 sessões em 4 semanas, somadas à reabilitação	Espessura do reto femoral (RF) e do vasto intermédio (VI) Sem diferença entre grupos (RF: 1,9 ± 0,2 vs 1,8 ± 0,2 cm, p = 0,30; VI: 1,3 ± 0,2 vs 0,9 ± 0,1 cm, p = 0,25); perda de espessura após a cirurgia (RF, p = 0,009; VI, p = 0,036)
Bradley *et al.* (2023)	ECR; n = 20 adultos ativos 80% de oclusão; remo a 40% da potência máxima e levantamento a 30% de 1RM; 2×/semana, 4 semanas	Área de secção transversa (CSA) do vasto lateral (VL) e do bíceps femoral Melhora ao longo do tempo em ambos os grupos (p = 0,001), sem diferença entre eles
Cornejo-Daza *et al.* (2024)	ECR; n = 42 homens treinados 50% da PAO; agachamento completo; séries tradicionais (TRA) ou em cluster (CLU), com e sem RFS	Hipertrofia do VL (várias seções) BFR-TRA com os maiores ganhos em todas as seções do VL; TRA > CLU na região distal (p = 0,04)
Hill *et al.* (2021)	ECR; n = 20 mulheres (23 ± 3 anos) RFS de baixa carga; 75 contrações isocinéticas a 30% do pico de torque; 3×/semana, 4 semanas	Espessura muscular e ecointensidade Espessura: aumento quadrático (R^2 = 0,998); 7 de 10 excederam a diferença mínima de 0,16 cm. Ecointensidade: aumento linear (r^2 = 0,563)

Kamiş *et al.* (2024)	ECR; n = 29 homens recreativamente treinados Flexão de perna 30-15-15-15 a 30% de 1RM, 60% da pressão de oclusão do membro, vs. alta carga	Espessura dos isquiotibiais Efeito do tempo ($p < 0,001$); sem diferença entre grupos (BFR-RE ≈ HL-RE)
Kataoka *et al.* (2025)	ECR; n = 144 Baixa carga submáxima com RFS vs. baixa carga e vs. baixa carga até a falha	Espessura muscular LL+BFR: +0,14 cm; LL: +0,06 cm; LL-Failure: +0,17 cm (LL+BFR comparável a LL-Failure)
Lauber *et al.* (2021)	Cruzado; n = 15 homens Extensão isométrica de joelho a 50% da PAO, manguito de 12 cm	Espessura do RF (aguda): aumento de aproximadamente 11% com RFS e 4% sem RFS; diferença de cerca de 7 pontos percentuais. Interação $p < 0,05$.
Li; Yang; Liao (2023a)	ECR; n = 40 homens (CTR, EMS, BFRT e CMB; 10 por grupo) Agachamento a 25% de 1RM, manguito de 5 cm, com ou sem eletroestimulação	CSA do RF CMB > EMS e CTR ($p < 0,05$)
Li *et al.* (2023b)	ECR piloto externo; 30 randomizados, 23 concluintes após LCA. Controle, 40% e 80% da PAO; 8 semanas.	Soma da espessura do RF e VI: pós-intervenção de 4,32 ± 0,70 cm (controle), 5,23 ± 0,84 cm (40% PAO) e 6,26 ± 0,64 cm (80% PAO); diferenças entre grupos, $p < 0,05$.
Longrak; Sonchan; Jaidee (2024)	ECR; n = 18 homens jovens (HI, n = 10; MIX, n = 8) Alta intensidade (HI) vs. programa combinado de alta	Espessura muscular e da fáscia por ultrassonografia; área muscular por ressonância magnética. Soma da espessura muscular: +12% (HI) e +19% (MIX); fáscia:

	intensidade e baixa intensidade com RFS (MIX), durante 6 semanas.	+27% e +54%; área muscular aumentou em todas as regiões Sem diferença estatisticamente significativa entre grupos nos resultados relatados.
Mahmood; Mohammed; Ahmed (2025)	ECR; n = 24 atletas homens HL-BFR (70–80% de 1RM; 40–60% da PAO) vs. LL-BFR (20–30% de 1RM; 60–80% da PAO); 8 semanas	CSA da coxa +4,8 ± 1,2 cm^2 no HL-BFR
Moghaddam *et al.* (2023)	ECR (resumo de congresso); n = 20 (23 ± 5 anos) RFS autorregulada (A-BFR) ou não (NA-BFR) a 60% da LOP vs. sem RFS; agachamento na parede	CSA e ecointensidade do VL (agudo) CSA: A-BFR 27,4→29,7; NA-BFR 27,8→30,3; sem RFS 27,6→29,8 cm^2 (+7,9%; +8,5%; +7,4%); NA-BFR > A-BFR em CSA e ecointensidade
Moghaddam *et al.* (2025)	Cruzado randomizado; n = 18 (10 homens, 8 mulheres) RFS autorregulada (AR-BFR) e não autorregulada (NAR-BFR) vs. sem RFS; exercício de baixa carga	Vasto medial oblíquo (agudo) AR-BFR e NAR-BFR > sem RFS ($p < 0,05$); sem diferença entre as duas
Moreno *et al.* (2023)	ECR (resumo de congresso); n = 40 destreinados RFS 3 min antes e durante o exercício; flexão unilateral de cotovelo, 8 semanas	Espessura muscular em 50, 60 e 70% do comprimento RFS pré-exercício não aumentou a hipertrofia; TRAD > preBFR e LRTRAD

Rivera *et al.* (2022)	Ensaio randomizado de medidas repetidas (resumo de congresso); n = 15 mulheres RFS a 60% da pressão de oclusão; extensão de perna 1×30 + 3×15, isotônica vs. isocinética	Espessura do VL (aguda) Aumento de ~22%, semelhante entre isotônico e isocinético

Fonte: elaboração a partir dos estudos (2026). ECR: ensaio clínico randomizado; RF: reto femoral; VI: vasto intermédio; VL: vasto lateral; CSA: área de secção transversa; PAO/LOP: pressão de oclusão arterial/do membro; LL: baixa carga; As estimativas PEDro foram retiradas; o risco de viés é apresentado na Tabela 3 e no Apêndice B. Comparações entre duas condições com RFS não estimam o efeito de adicionar RFS ao exercício.

3.3. Espessura e Área de Secção Transversa Muscular: Adaptações Crônicas

Onze estudos foram classificados provisoriamente como tendo investigado adaptações crônicas (Tabela 2). Cinco relataram ganhos maiores no grupo ou protocolo com RFS: Cornejo-Daza *et al.* (2024) observaram os maiores ganhos no VL com BFR-TRA; Kataoka *et al.* (2025) observaram aumento de 0,14 cm com baixa carga e RFS, contra 0,06 cm com baixa carga, valor comparável ao da baixa carga até a falha (0,17 cm); Li, Yang e Liao (2023a) observaram maior CSA do RF no grupo que combinou RFS e eletroestimulação em relação ao controle e à eletroestimulação isolada; e Mahmood, Mohammed e Ahmed (2025) observaram aumento da CSA da coxa de 4,8 ± 1,2 cm^2 com HL-BFR, em comparação com um protocolo de baixa carga também com RFS. Li *et al.* (2023b) também relataram maior

espessura nos grupos com RFS em comparação ao controle após oito semanas.

Cinco estudos relataram ausência de benefício adicional na comparação relatada da RFS. Alsalahi *et al.* (2025), em pacientes pós-LCA, não encontraram diferença entre os grupos na espessura do RF e do VI após quatro semanas. Bradley *et al.* (2023) e Kamiş *et al.* (2024) observaram melhora em ambos os grupos, sem diferença entre RFS e comparador. Moreno *et al.* (2023) relataram que a RFS aplicada antes do exercício não aumentou a hipertrofia, com maior ganho de espessura no treinamento tradicional. Longrak, Sonchan e Jaidee (2024) também não demonstraram diferença entre os programas comparados.

Hill *et al.* (2021) relataram aumentos de tamanho muscular sem contraste entre grupos suficientemente detalhado na extração disponível. Longrak, Sonchan e Jaidee (2024) compararam alta intensidade com alta intensidade associada à baixa intensidade com RFS durante seis semanas. Ambos os programas aumentaram a espessura muscular, sem diferença estatisticamente significativa. A área muscular desse estudo foi avaliada por ressonância magnética, e a espessura por ultrassonografia. Em Li *et al.* (2023b), 30 participantes foram randomizados e 23 concluíram o estudo; a soma da espessura do RF e do VI foi maior nos grupos com RFS do que no controle, com maiores valores no grupo a 80% da PAO.

Tabela 2. Síntese dos estudos segundo o tipo de resposta e a direção do resultado

Categoria	n	Estudos	Observação

Crônico resultado favorável ao grupo ou protocolo com RFS	5	Cornejo-Daza (2024); Kataoka (2025); Li, Yang e Liao (2023a); Li *et al.* (2023b); Mahmood, Mohammed e Ahmed (2025)	Contrastes distintos; Mahmood compara duas condições com RFS.
Crônico sem benefício adicional demonstrado	5	Alsalahi (2025); Bradley (2023); Kamiş (2024); Moreno (2023); Longrak, Sonchan e Jaidee (2024)	Ausência de diferença não demonstra equivalência.
Crônico aumento sem contraste suficientement e detalhado	1	Hill (2021)	Síntese entre grupos limitada pela extração.
Respostas musculares agudas	4	Lauber (2021); Moghaddam (2023); Moghaddam (2025); Rivera (2022)	Inchaço agudo; Rivera compara duas condições com RFS.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos estudos incluídos (2026).

3.4. Respostas Agudas

Quatro estudos avaliaram respostas musculares agudas. Lauber *et al.* (2021) relataram aumento de aproximadamente 11% na espessura do RF com RFS e 4% sem RFS; a diferença corresponde a cerca de sete pontos percentuais, e não a aumento de apenas 7% no grupo com RFS. Moghaddam *et al.* (2023) observaram aumento da CSA do VL nas três condições, com maior resposta na RFS não autorregulada do que na autorregulada. Moghaddam *et al.* (2025) observaram maior aumento de espessura do vasto medial oblíquo

nas duas condições com RFS do que sem RFS, sem diferença entre elas. Rivera *et al.* (2022) relataram aumento de cerca de 22% na espessura do VL, sem diferença detectada entre os exercícios isotônico e isocinético com RFS.

3.5. Ecogenicidade

A ecogenicidade foi relatada em dois dos 15 estudos da síntese muscular. Hill *et al.* (2021) observaram aumento linear da ecointensidade (r^2 = 0,563), mas oito dos dez participantes do grupo descrito não ultrapassaram a diferença mínima de 14,2 unidades arbitrárias. Moghaddam *et al.* (2023) relataram aumento da ecointensidade nas condições avaliadas, com maior resposta na RFS não autorregulada. Esses dados são insuficientes para caracterizar um padrão temporal ou fundamentar conclusões sobre a qualidade muscular.

3.6. Risco de Viés e Certeza da Evidência

Foram produzidas avaliações iniciais RoB 2 para seis estudos, em resultados específicos: Alsalahi *et al.* (2025), Li *et al.* (2023b), Lauber *et al.* (2021), Li, Yang e Liao (2023a), Moghaddam *et al.* (2025) e Longrak, Sonchan e Jaidee (2024). Cinco receberam julgamento global de algumas preocupações e Li *et al.* (2023b), de alto risco por acúmulo de preocupações potencialmente materiais. Os julgamentos não foram generalizados para desfechos ou contrastes não examinados. Nove estudos permanecem sem avaliação concluída. A Tabela 3 resume os domínios; as fichas justificadas estão no Apêndice B.

Tabela 3. Julgamentos iniciais RoB 2 por resultado examinado

Estudo	D1	S	D2	D3	D4
Alsalahi *et al.* (2025)	AP	—	B	B	AP
Li *et al.* (2023b)	AP	—	AP	AP	AP
Lauber *et al.* (2021)	AP	B	B	B	B
Li, Yang e Liao	B	—	B	B	AP

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: https://revistatopicos.com.br/artigos/espessura-e-ecogenicidade-musculares-no-treinamento-com-restricao-de-fluxo-sanguineo-revisao-sistematica?noblockage

Fonte: avaliação inicial dos textos completos. B: baixo; AP: algumas preocupações; A: alto; —: não aplicável. D1: randomização; S: período/carryover; D2: desvios; D3: dados ausentes; D4: mensuração; D5: seleção do resultado. Os julgamentos globais são restritos aos resultados do Apêndice B e precisam de revisão humana.

No GRADE exploratório da comparação RFS + reabilitação versus sham + mesma reabilitação em quatro semanas, a certeza foi muito baixa para RF e VI, por limitações de risco de viés e imprecisão (Tabela 4). Não houve avaliação GRADE global nem combinação quantitativa de estudos.

Tabela 4. GRADE exploratório para espessura muscular em quatro semanas após reconstrução do LCA

Desfecho	Efeito padronizado	Evidência	Certeza inicial e rebaixamentos

	relatado e IC95%		
Espessura do RF	−0,26 (−1,24 a 0,73)	Um ensaio; 16 participantes, oito por grupo	Muito baixa. Risco de viés: −1; imprecisão: −2.
Espessura do VI	−0,35 (−1,33 a 0,65)	Mesmo ensaio; mesmos 16 participantes	Muito baixa. Risco de viés: −1; imprecisão: −2.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos estudos incluídos (2026).

4. DISCUSSÃO

4.1. Principais Achados

A síntese muscular reúne 15 estudos, dos quais 11 foram classificados como crônicos e quatro como agudos. Entre os crônicos, cinco apresentaram resultados favoráveis ao grupo ou protocolo com RFS, cinco não demonstraram benefício adicional no contraste relatado e um permaneceu sem contraste suficientemente detalhado. Esses grupos não são diretamente intercambiáveis: incluem comparações com exercício sem RFS, intervenções combinadas e comparações entre duas condições com RFS. Por isso, a contagem descritiva não demonstra superioridade global, equivalência ou um efeito isolado da RFS.

4.2. Respostas Agudas

As respostas agudas observadas, como o aumento de espessura e de área de secção transversa logo após o exercício (Lauber *et al.*, 2021; Moghaddam *et al.*, 2023; Rivera *et al.*, 2022), são compatíveis

com o inchaço muscular agudo descrito na literatura sobre RFS (Loenneke *et al.*, 2012b; Wong *et al.*, 2019). Esse tipo de medida reflete, em grande parte, o deslocamento de fluidos, e não deve ser interpretado como hipertrofia. A comparação entre RFS autorregulada e não autorregulada mostrou resultados distintos: Moghaddam *et al.* (2023) encontraram maior resposta na forma não autorregulada, enquanto Moghaddam *et al.* (2025) não encontraram diferença entre elas.

4.3. Ecogenicidade

A ecogenicidade foi relatada em apenas dois estudos, o que impede conclusões sobre sua resposta ao treinamento com RFS. Em Hill *et al.* (2021), a ecointensidade aumentou linearmente, mas a maioria dos participantes não excedeu a diferença mínima do método; em Moghaddam *et al.* (2023), a ecointensidade aumentou em todas as condições, resultado de natureza aguda. Esses achados indicam que a ecogenicidade é um desfecho pouco explorado e que a variabilidade da medida precisa ser considerada na interpretação.

4.4. Implicações para a Prática

Em pessoas após reconstrução do LCA, Alsalahi *et al.* (2025) não encontraram diferença entre grupos após quatro semanas, em estudo piloto com 16 participantes. Li *et al.* (2023b) relataram resultados favoráveis à RFS após oito semanas, mas com perdas de seguimento. As diferenças entre esses pilotos impedem uma recomendação apoiada apenas em espessura muscular e exigem consideração do protocolo, da precisão e do risco de viés.

4.5. Limitações

As principais limitações são a triagem por pontuação assistida por inteligência artificial, sem comprovação de decisões independentes; a extração inicial incompleta; a avaliação RoB 2 ainda parcial e assistida por inteligência artificial, sem revisão humana independente, e o GRADE limitado a uma comparação exploratória; o uso de três resumos de congresso; a restrição pragmática a 2021–2026; a heterogeneidade de populações, intervenções e desfechos; e a contagem de duplicatas reconstruída por diferença. A conferência editorial corrigiu problemas identificáveis e separou dois estudos sem desfechos musculares elegíveis, mas não reexecutou a busca nem validou integralmente a seleção. A presença de estudos com CSA isolada e de comparações entre duas condições com RFS requer confirmação final de sua contribuição para cada pergunta. As diferenças entre protocolo e execução, descritas na metodologia, limitam a aderência ao planejamento registrado.

4.6. Direções Futuras

Estudos futuros devem padronizar a pressão de oclusão, a largura do manguito e a aquisição ultrassonográfica; tratar a ecogenicidade como desfecho pré-especificado; e comparar RFS com exercício de baixa carga pareado e treinamento de alta carga. Estudos clínicos com maior amostra e avaliações após repouso adequado poderão distinguir hipertrofia de respostas transitórias de fluido. Revisões futuras devem documentar estratégias completas e decisões independentes, com avaliação do risco de viés e da certeza da evidência.

5. CONCLUSÕES

A síntese provisória dos ensaios recentes sobre RFS apresenta resultados heterogêneos e não demonstra superioridade consistente sobre os comparadores quanto à espessura muscular avaliada por ultrassonografia.

Protocolos de baixa carga com RFS apresentaram aumentos de espessura ou área de secção transversa em parte dos estudos. Comparações sem diferença estatística não comprovam equivalência; a aplicabilidade quando cargas elevadas não são apropriadas exige avaliação mais completa da evidência.

Os aumentos de espessura observados logo após o exercício refletem principalmente inchaço muscular agudo, e não hipertrofia.

A ecogenicidade foi avaliada em dois dos 15 estudos da síntese muscular; as informações disponíveis não permitem estabelecer um padrão de resposta.

As conclusões são preliminares devido às limitações da seleção, da extração, das avaliações metodológicas e da aderência ao protocolo registrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSALAHI, S. *et al.* The Impact of Exercise with Blood Flow Restriction on Rectus Femoris and Vastus Intermedius Muscle Layer Thickness Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Pilot Randomised Controlled Clinical Trial. **The Open Sports Sciences Journal,** v. 18, n. 1, art. e1875399X406679, 2025. DOI: https://doi.org/10.2174/011875399x406679251010051330.

BRADLEY, K. M. *et al.* Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Size, Power, and V̇O2max in Active Adults. **Translational Journal of the American College of Sports Medicine,** v. 8, n. 1, 2023. DOI: https://doi.org/10.1249/TJX.0000000000000219.

CORNEJO-DAZA, P. J. *et al.* Training Effects of Traditional versus Cluster Set Configuration with and without Blood Flow Restriction. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** 2024. Publicação antecipada online. DOI: https://doi.org/10.1249/mss.0000000000003600.

HILL, E. C. *et al.* Patterns of responses and time-course of changes in muscle size and strength during low-load blood flow restriction resistance training in women. **European Journal of Applied Physiology,** v. 121, n. 5, p. 1473-1485, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/S00421-021-04627-2.

KAMIŞ, O. *et al.* Low-Load Resistance Exercise With Blood Flow Restriction Versus High-Load Resistance Exercise on Hamstring Muscle Adaptations in Recreationally Trained Men. **Journal of Strength & Conditioning Research,** v. 38, n. 10, p. e541-e552, 2024. DOI: https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004870.

KATAOKA, R. *et al.* Submaximal low-load resistance exercise with blood flow restriction produces similar results to low-load exercise to failure for muscle size and strength, but not endurance. **European Journal of Applied Physiology,** 2025. Publicação antecipada online. DOI: https://doi.org/10.1007/s00421-025-05949-1.

LAUBER, B. *et al.* Isometric blood flow restriction exercise: acute physiological and neuromuscular responses. **BMC Sports Science,**

Medicine and Rehabilitation, v. 13, n. 1, art. 12, 2021. DOI: https://doi.org/10.1186/s13102-021-00239-7.

LI, N.; YANG, J.; LIAO, Y. The effect of blood flow restriction training combined with electrical muscle stimulation on neuromuscular adaptation: a randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology,** v. 14, 2023a. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1182249.

LI, X. *et al.* Effect of quadriceps training at different levels of blood flow restriction on quadriceps strength and thickness in the mid-term postoperative period after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled external pilot study. **BMC Musculoskeletal Disorders,** v. 24, n. 1, art. 360, 2023b. DOI: https://doi.org/10.1186/s12891-023-06483-x.

LOENNEKE, J. P. *et al.* Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. **European Journal of Applied Physiology,** v. 112, n. 5, p. 1849-1859, 2012a. DOI: https://doi.org/10.1007/S00421-011-2167-X.

LOENNEKE, J. P. *et al.* The acute muscle swelling effects of blood flow restriction. **Acta Physiologica Hungarica,** v. 99, n. 4, p. 400-410, 2012b. DOI: https://doi.org/10.1556/APHYSIOL.99.2012.4.4.

LONGRAK, R.; SONCHAN, W.; JAIDEE, W. Regional morphological adaptations of vastus lateralis muscle in response to different progressive resistance training programs: A randomised controlled trial. **South African Journal of Sports Medicine,** v. 36, n. 1, 2024. DOI: https://doi.org/10.17159/2078-516x/2024/v36i1a18549.

MAHMOOD, I. S.; MOHAMMED, S.; AHMED, M. K. Comparative study of high- and low-load blood flow restriction training on strength, hypertrophy, aerobic capacity, and fatigue in athletes. **Comparative**

Exercise Physiology, p. 1-8, 2025. DOI: https://doi.org/10.1163/17552559-bja10070.

MOGHADDAM, M. *et al.* Comparison Of Autoregulated And Non-Autoregulated Blood Flow Restriction Training On Acute Muscular Morphological Adaptations. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** v. 55, n. 9S, p. 156, 2023. Resumo de congresso. DOI: https://doi.org/10.1249/01.mss.0000981168.98351.fb.

MOGHADDAM, M. *et al.* Effects of autoregulated and non-autoregulated blood flow restriction on vastus medialis oblique responses during low-load resistance exercise. **Frontiers in Sports and Active Living,** v. 7, art. 1712606, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1712606.

MORENO, E. N. *et al.* The Influence Of Pre-exercise Blood Flow Restriction On Muscle Size And Strength Adaptations. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** v. 55, n. 9S, p. 681, 2023. Resumo de congresso. DOI: https://doi.org/10.1249/01.mss.0000986228.79225.72.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ,** v. 372, p. n71, 2021. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

PICÓN-MARTÍNEZ, M. *et al.* Acute Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction on Achilles Tendon Thickness. **Journal of Human Kinetics,** v. 78, p. 101-109, 2021. DOI: https://doi.org/10.2478/HUKIN-2021-0032.

RIVERA, P. M. *et al.* Neuromuscular, Swelling, And Perceived Effort Responses Following Isotonic Versus Isokinetic Blood Flow Restriction Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** v. 54,

n. 9S, p. 268-269, 2022. Resumo de congresso. DOI: https://doi.org/10.1249/01.mss.0000878396.14760.50.

SCHÜNEMANN, H. J. *et al.* Chapter 14: Completing Summary of findings tables and grading the certainty of the evidence. In: HIGGINS, J. P. T. *et al.* (ed.). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Version 6.5. Cochrane, 2024. Disponível em: https://www.cochrane.org/authors/handbooks-and-manuals/handbook/current/chapter-14. Acesso em: 15 nov. 2026.

STERNE, J. A. C. *et al.* RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ, v. 366, l4898, 2019. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.l4898.

VERVLOET, G. *et al.* Impact of Five Weeks of Strengthening Under Blood Flow Restriction (BFR) or Supplemental Oxygen Breathing (Normobaric Hyperoxia) on the Medial Gastrocnemius. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology,** v. 9, n. 4, p. 258, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/jfmk9040258.

WILSON, J. M. *et al.* Practical Blood Flow Restriction Training Increases Acute Determinants of Hypertrophy Without Increasing Indices of Muscle Damage. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 27, n. 11, p. 3068-3075, 2013. DOI: https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31828A1FFA.

WONG, V. *et al.* The influence of biological sex and cuff width on muscle swelling, echo intensity, and the fatigue response to blood flow restricted exercise. **Journal of Sports Sciences,** v. 37, n. 16, p. 1865-1873, 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1599316.

YOUNG, T. R.; DUNCAN, B. T.; COOK, S. B. Evaluation of muscle thickness of the vastus lateralis by ultrasound imaging following blood flow restricted resistance exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging,** v. 41, n. 4, p. 376-384, 2021. DOI: https://doi.org/10.1111/CPF.12704.

APÊNDICE A — Estudos separados da síntese muscular

Os dados abaixo foram preservados por transparência, mas não integram os 15 estudos da síntese muscular. A separação decorre da ausência dos desfechos musculares de interesse, não da direção do resultado.

Estudo	Delineamento amostra e intervenção	Desfecho e resultado relatado
Vervloet *et al.* (2024)	ECR; n = 36 (21 mulheres e 15 homens) Três modalidades de exercício (dinâmico, isométrico e método 3/7), comparando RFS com oxigênio suplementar; 5 semanas; 3 sessões/semana; 30% da contração voluntária máxima.	Ultrassonografia de ângulo de penação e comprimento fascicular; circunferência da panturrilha por fita. Não foi identificado desfecho elegível de espessura ou ecogenicidade muscular. Apenas a circunferência da panturrilha aumentou ($p < 0,05$)
Picón-Martínez *et al.* (2021)	ECR; n = 52 (33 homens e 19 mulheres) Flexão plantar unilateral; RFS a 30% da pressão de oclusão, manguito de 9 cm	Espessura do tendão de Aquiles (aguda) Redução no LI-BFR (4,4 → 3,8 mm imediatamente; 3,7 mm aos 60 min; 4,1 mm às 24 h); inalterada nos demais

Fonte: dados do manuscrito e conferência das publicações citadas (2026).

APÊNDICE B — Fichas iniciais de avaliação RoB 2

Avaliações realizadas em 15 de novembro de 2026, com apoio de inteligência artificial, a partir dos textos completos. Efeito de interesse: atribuição à intervenção. Protocolos e planos analíticos prospectivos completos não foram obtidos para confrontação; isso não significa que não existam. Não houve contato com autores nem revisão humana independente. As fontes e as localizações são identificadas em cada ficha.

Respostas: Y = sim; PY = provavelmente sim; PN = provavelmente não; N = não; NI = informação insuficiente; NA = não aplicável. Os códigos remetem às questões das versões oficiais RoB 2. Informação insuficiente não equivale automaticamente a alto risco; julgamentos integrativos são explicitados (Sterne *et al.*, 2019).

B1 Alsalahi *et al.* (2025)

Espessura de RF e, separadamente, VI na quarta semana; RFS 40–50% PAO + reabilitação versus sham de 20 mmHg + mesma reabilitação. Resultados do item 3.2 e da Figura 4/5; as duas avaliações compartilham as justificativas abaixo.

Instrumento: RoB 2 paralelo, versão de 22/08/2019.

Domínio e julgamento	**Respostas sinalizadoras**	**Fundamentação e localização**
D1 — Algumas preocupações	1.1=Y; 1.2=NI; 1.3=PN	Sequência por aplicativo; ocultação da alocação não descrita. Diferenças basais não demonstram, isoladamente, falha de randomização.

D2 — Baixo	2.1=N; 2.2=PY; 2.3=PN; 2.4=NA; 2.5=NA; 2.6=Y; 2.7=NA	Participantes cegados por sham; mesmo programa. Não há evidência de desvios decorrentes do contexto do ensaio.
D3 — Baixo	3.1=Y; 3.2–3.4=NA	Figura CONSORT: oito alocados e oito analisados por grupo, sem perdas.
D4 — Algumas preocupações	4.1=N; 4.2=PN; 4.3=NI; 4.4=PY; 4.5=NI	Aquisição padronizada; cegamento do avaliador não confirmado. Posicionamento e marcação das interfaces podem influenciar a espessura.
D5 — Algumas preocupações	5.1=NI; 5.2=PN; 5.3=NI	Não foi obtido plano analítico anterior aos resultados; a escolha entre análises alternativas permanece incerta.

Julgamento global inicial: Algumas preocupações. Julgamento global de algumas preocupações, sem evidência suficiente para afirmar viés material alto. Incertezas concentram-se na ocultação, mensuração e seleção analítica.

Fonte: Alsalahi *et al.* (2025), itens 2.1–2.2, 2.6, 2.8 e Figura 3; DOI 10.2174/011875399X406679251010051330.

B2 Li *et al.* (2023b)

Soma da espessura de RF e VI após oito semanas; RFS 80% PAO versus 0% PAO, com reabilitação. Resultado em Muscle thickness e comparação pós-intervenção. A condição a 40% não recebe julgamento separado nesta etapa.

Instrumento: RoB 2 paralelo, versão de 22/08/2019.

Domínio e julgamento	Respostas sinalizadoras	Fundamentação e localização
D1 — Algumas preocupações	1.1=Y; 1.2=NI; 1.3=NI	Sequência em Excel; ocultação não informada; tabela basal descreve apenas os concluintes.
D2 — Algumas preocupações	2.1=Y; 2.2=Y; 2.3=NI; 2.4=NA; 2.5=NA; 2.6=PY; 2.7=NA	Ensaio aberto. Informação insuficiente sobre desvios decorrentes do contexto. Exclusões por dados ausentes são consideradas no D3.
D3 — Algumas preocupações	3.1=N; 3.2=N; 3.3=PY; 3.4=NI	Sete de 30 não concluíram; análise de 23, sem análise de sensibilidade para perdas.
D4 — Algumas preocupações	4.1=N; 4.2=NI; 4.3=Y; 4.4=PY; 4.5=NI	Avaliadores não cegados; aquisição por posicionamento e marcação manual. Influência efetiva da informação sobre o grupo não demonstrada.
D5 — Algumas preocupações	5.1=NI; 5.2=NI; 5.3=NI	Registro é citado, mas o plano analítico prospectivo não foi examinado; houve alterações de outros desfechos.

Julgamento global inicial: Alto. Julgamento global alto por acúmulo de preocupações potencialmente materiais: perda de 23,3%, análise dos concluintes, mensuração aberta e ocultação não documentada. É um julgamento integrativo, não uma soma de pontos, e requer revisão humana.

Fonte: Li *et al.* (2023b), Participant recruitment and allocation, Participants, Muscle thickness e Limitations; DOI 10.1186/s12891-023-06483-x.

B3 Lauber *et al.* (2021)

Espessura aguda do RF imediatamente após a terceira série; exercício isométrico com RFS versus mesmo exercício sem RFS. Resultado da Figura 2b e seção Muscle cell swelling.

Instrumento: RoB 2 cruzado, versão de 18/03/2021.

Domínio e julgamento	**Respostas sinalizadoras**	**Fundamentação e localização**
D1 — Algumas preocupações	1.1=NI; 1.2=NI; 1.3=NI	Ordem descrita como aleatória e contrabalançada; método de geração, ocultação e dados por sequência não detalhados.
S — Baixo	S.1=PY; S.2=NA; S.3=PY	Contrabalançamento e intervalo de sete a dez dias tornam improvável carryover relevante para resposta aguda.
D2 — Baixo	2.1=PY; 2.2=Y; 2.3=PN; 2.4=NA; 2.5=NA; 2.6=Y; 2.7=NA	Sessões supervisionadas e carga pareada; análise de medidas repetidas. Ausência de cegamento do participante não implica automaticamente desvio.
D3 — Baixo	3.1=Y; 3.2–3.4=NA	Os 15 participantes completaram as duas sessões.
D4 — Baixo	4.1=N; 4.2=PN; 4.3=N; 4.4–4.5=NA	Avaliadores cegados e aquisição ultrassonográfica padronizada.
D5 — Algumas preocupações	5.1=NI; 5.2=PN; 5.3=NI	Plano analítico prospectivo não obtido; múltiplos momentos de medida exigem confirmação da pré-especificação.

Julgamento global inicial: Algumas preocupações. Algumas preocupações pela documentação da alocação e da análise pré-

especificada; os dados disponíveis não sustentam alto risco nos demais domínios.

Fonte: Lauber *et al.* (2021), Study design, Muscle cell swelling, Statistics e Results; DOI 10.1186/s13102-021-00239-7.

B4 Li, Yang e Liao (2023a)

Desfecho morfológico do RF reportado como CSA, mudança em seis semanas; BFRT isolada versus controle. Figura 5 e seção 2.4.2. A contribuição deste resultado permanece condicionada à confirmação da unidade e da definição do desfecho.

Instrumento: RoB 2 paralelo, versão de 22/08/2019.

Domínio e julgamento	**Respostas sinalizadoras**	**Fundamentação e localização**
D1 — Baixo	1.1=Y; 1.2=Y; 1.3=PN	Sequência em SPSS e envelopes opacos, selados e numerados, abertos após elegibilidade.
D2 — Baixo	2.1=PY; 2.2=Y; 2.3=PN; 2.4=NA; 2.5=NA; 2.6=Y; 2.7=NA	Sessões supervisionadas; não há evidência de desvios relacionados ao contexto que comprometam o contraste.
D3 — Baixo	3.1=Y; 3.2–3.4=NA	Quarenta participantes completaram a intervenção.
D4 — Algumas preocupações	4.1=NI; 4.2=PN; 4.3=NI; 4.4=PY; 4.5=NI	Texto combina CSA e distância em centímetros; cegamento do avaliador não confirmado.
D5 — Algumas preocupações	5.1=NI; 5.2=PN; 5.3=NI	Sem plano prospectivo examinado, não se confirma a pré-especificação do resultado morfológico.

Julgamento global inicial: Algumas preocupações. Algumas preocupações. A indefinição da medida exige conferência de elegibilidade e extração, além da avaliação de viés.

Fonte: Li, Yang e Liao (2023a), itens 2.2, 2.4.2, 2.5 e 3.1; DOI 10.3389/fphys.2023.1182249.

B5 Moghaddam *et al.* (2025)

Espessura do vasto medial oblíquo imediatamente após exercício; RFS autorregulada versus ausência de RFS. Consideram-se apenas os períodos deste contraste no ensaio de três condições.

Instrumento: RoB 2 cruzado, versão de 18/03/2021.

Domínio e julgamento	**Respostas sinalizadoras**	**Fundamentação e localização**
D1 — Algumas preocupações	1.1=PY; 1.2=NI; 1.3=NI	Sorteio define a primeira condição; ocultação e distribuição por sequência não explicitadas.
S — Algumas preocupações	S.1=NI; S.2=N; S.3=PY	Intervalo de uma semana; análise por condição e tempo, sem ajuste explícito para período/ordem.
D2 — Baixo	2.1=PY; 2.2=Y; 2.3=PN; 2.4=NA; 2.5=NA; 2.6=Y; 2.7=NA	Protocolo padronizado e análise de medidas repetidas; cegamento à autorregulação não oculta RFS versus ausência de manguito.
D3 — Baixo	3.1=Y; 3.2–3.4=NA	Todos os participantes completaram as condições descritas.
D4 — Algumas preocupações	4.1=N; 4.2=PN; 4.3=NI; 4.4=PY; 4.5=NI	Cegamento do avaliador ultrassonográfico não confirmado;

		conhecimento da condição pode influenciar marcações.
D5 — Algumas preocupações	5.1=NI; 5.2=PN; 5.3=NI	Plano analítico prospectivo não examinado para o contraste selecionado.

Julgamento global inicial: Algumas preocupações. Algumas preocupações, principalmente quanto à sequência, aos efeitos de período e à mensuração. A semana de intervalo reduz suspeita de carryover, mas não resolve período/ordem.

Fonte: Moghaddam *et al.* (2025), Methodology, Blood flow restriction, Statistical analysis e Results; DOI 10.3389/fspor.2025.1712606.

B6 Longrak, Sonchan e Jaidee (2024)

Soma da espessura do VL nas três regiões, avaliada uma semana após seis semanas de treinamento; programa MIX versus HI. Figura 4A e resultados de espessura.

Instrumento: RoB 2 paralelo, versão de 22/08/2019.

Domínio e julgamento	**Respostas sinalizadoras**	**Fundamentação e localização**
D1 — Algumas preocupações	1.1=NI; 1.2=NI; 1.3=NI	Aleatorização referida sem método ou ocultação; características basais apresentadas para concluintes.
D2 — Baixo	2.1=PY; 2.2=Y; 2.3=PN; 2.4=NA; 2.5=NA; 2.6=PY; 2.7=NA	Treinamento supervisionado; diferenças entre programas são intervenções previstas, não desvios.

D3 — Algumas preocupações	3.1=N; 3.2=N; 3.3=PY; 3.4=NI	Vinte recrutados, 18 analisados; duas retiradas por desinteresse e lesão, sem análise de sensibilidade.
D4 — Algumas preocupações	4.1=N; 4.2=PN; 4.3=NI; 4.4=PY; 4.5=NI	Estudo dito simples-cego, sem esclarecer suficientemente quem foi cegado para a mensuração.
D5 — Algumas preocupações	5.1=NI; 5.2=PN; 5.3=NI	Plano prospectivo não examinado; medidas regionais e agregadas requerem confirmação da pré-especificação.

Julgamento global inicial: Algumas preocupações. Algumas preocupações. Não é possível estabelecer a direção do viés; as duas retiradas não demonstram, por si, dependência do verdadeiro resultado.

Fonte: Longrak, Sonchan e Jaidee (2024), Study design, Participants, Statistical analyses e Results; DOI 10.17159/2078-516X/2024/v36i1a18549.

APÊNDICE C — Fundamentação do GRADE exploratório

Pergunta delimitada: em homens após reconstrução do LCA, qual o efeito de RFS 40–50% PAO adicionada à reabilitação, versus sham de 20 mmHg com a mesma reabilitação, na espessura de RF e VI na quarta semana? Evidência examinada: Alsalahi *et al.* (2025), 16 participantes. O julgamento é separado para cada músculo; os mesmos participantes não foram somados. A classificação se refere ao subconjunto examinado nesta etapa e deve ser revista após confirmação integral da busca e da elegibilidade.

Domínio GRADE	Decisão inicial	Justificativa
Ponto de partida	Alta	Delineamento randomizado.
Risco de viés	Sério; −1	Incertezas de ocultação, cegamento da mensuração e análise pré-especificada; ver ficha B1.
Inconsistência	Não estimável; sem rebaixamento	Um único ensaio neste subconjunto; não se declarou consistência entre estudos.
Indireção	Sem rebaixamento	População, comparação, músculos e momento correspondem à pergunta estreita; não extrapolar para outras populações ou durações.
Imprecisão	Muito séria; −2	Amostra de 16 e IC95% reportados abrangendo efeitos relevantes em sentidos opostos. Não foi calculado tamanho ótimo da informação.
Viés de publicação	Indeterminado; sem rebaixamento nesta etapa	Sem base para funil ou teste de assimetria. Ausência de demonstração não significa ausência de viés.
Certeza exploratória final	Muito baixa	Alta − um nível por risco de viés − dois níveis por imprecisão. Mesma trajetória para RF e VI.

Para esta exploração, magnitude de 0,5 desvio-padrão em qualquer direção foi usada como referência interpretativa pós-hoc, e não como diferença mínima clinicamente importante validada. Os intervalos reportados cruzam esses limites; os valores não foram recalculados. A direção do efeito segue o relato primário. O subconjunto foi descrito narrativamente, sem metanálise (Schünemann *et al.*, 2024).

[1] Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mails: E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.

[2] Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mails: E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.

[3] Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mails: E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.

[4] Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mails: E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail; acesse o artigo original para visualizar o e-mail. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.