www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/40zx7j58

Treinamento neuromuscular como ferramenta para prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior em atletas: revisão sistemática

Neuromuscular training for the prevention of anterior cruciate ligament injuries in athletes: a systematic review

Thaís do Nascimento do Vale
Tatiana dos Santos Nascimento
Auderley Gonçalves da Cunha[1]

Resumo

As lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) são frequentes no contexto esportivo e podem comprometer a funcionalidade e o desempenho dos atletas. O treinamento neuromuscular (TNM), por meio de exercícios de fortalecimento, equilíbrio, pliometria e controle motor, constitui uma estratégia para reduzir o risco dessas lesões. Os estudos analisados apresentam resultados promissores, embora existam diferenças metodológicas e limitações que dificultam conclusões definitivas sobre sua eficácia na prevenção primária do LCA. Objetivo: analisar as evidências sobre programas de treinamento neuromuscular (TNM) para prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas, com atenção às primeiras lesões. Métodos: revisão sistemática com buscas documentadas nas bases PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde e PEDro, considerando publicações de 2008 a 2026. Foi realizada síntese qualitativa dos estudos controlados, diferenciados por delineamento e definição do desfecho, com avaliação documental de risco de viés pelas ferramentas RoB 2 e ROBINS-I. Resultados: a síntese compreendeu 11 estudos-base candidatos, sendo oito ensaios randomizados por equipes e três estudos controlados não randomizados. Os registros disponíveis comprovaram 1.841 ocorrências exportadas, 126 duplicatas e 1.715 registros administrativos, mas não permitiram reconstruir integralmente as etapas históricas de textos completos do PRISMA 2020 ou concluir os julgamentos globais de risco de viés. Conclusão: o TNM apresenta achados favoráveis à prevenção de lesões do LCA em alguns contextos esportivos; contudo, a heterogeneidade dos resultados e as limitações de rastreabilidade e avaliação metodológica exigem interpretação cautelosa. Reconhecem-se limitações na recuperação integral do fluxo de seleção PRISMA 2020, razão pela qual os resultados devem ser interpretados com cautela.

Palavras-chave: Ligamento Cruzado Anterior. Treinamento Neuromuscular. Prevenção de Lesões.

Abstract:

Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are common in sports and may compromise

[1] 1 Acadêmicas do curso de Graduação em Fisioterapia do Centro Universitário IBMR – Instituto Brasileiro de Medicina e Reabilitação, Campus Barra, Rio de Janeiro, RJ. Email dos autores: Thaís do Nascimento do Vale – thaisdovale4@gmail.com; Tatiana dos Santos Nascimento – tatiana07dsn@gmail.com. Artigo apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Graduação em Fisioterapia do IBMR. 2026. Orientador: Prof. Auderley Gonçalves da Cunha, Bacharel em Fisioterapia - auderleyoga@gmail.com .

athletes' functional capacity and performance. Neuromuscular training (NMT), incorporating strengthening, balance, plyometric, and motor control exercises, is a strategy aimed at reducing the risk of these injuries. The studies analyzed show promising results, although methodological differences and limitations prevent definitive conclusions regarding its effectiveness in primary ACL injury prevention. Objective: to assess evidence on neuromuscular training (NMT) programmes for anterior cruciate ligament (ACL) injury prevention among athletes, with particular attention to first-time injuries. Methods: a systematic review of controlled studies using documented searches in PubMed, the Virtual Health Library and PEDro for publications from 2008 to 2026. Findings were qualitatively synthesized according to study design and outcome definition, and risk-of-bias evidence was documented using RoB 2 and ROBINS-I. Results: eleven candidate independent study units were considered, comprising eight cluster-randomized trials and three non-randomized controlled studies. Available audit records identified 1,841 exported records, 126 duplicates and 1,715 administrative records, but did not support complete reconstruction of historical full-text PRISMA 2020 stages or certification of overall risk-of-bias judgments. Conclusion: NMT programmes show potentially favourable findings for ACL injury prevention in some sporting contexts; interpretation remains cautious owing to outcome heterogeneity and incomplete methodological documentation. Limitations in full retrieval of the PRISMA 2020 selection flow are acknowledged.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament. Neuromuscular Training. Injury Prevention.

1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) contribui para a estabilidade do joelho e está sujeito a lesões durante atividades esportivas que envolvem desacelerações, mudanças de direção, saltos e aterrissagens. Essas lesões podem resultar em afastamento prolongado do esporte, necessidade de reabilitação e prejuízos funcionais. Por isso, a prevenção constitui uma questão relevante para a fisioterapia esportiva.[16,20]

As lesões do LCA apresentam mecanismos multifatoriais, relacionados à interação entre exposição esportiva e características individuais. Nos episódios sem contato direto, movimentos como mudanças bruscas de direção e aterrissagens exigem controle adequado do tronco e dos membros inferiores. A possibilidade de modificar padrões de movimento e capacidades físicas sustenta o interesse por estratégias preventivas baseadas em exercícios.[16,20]

O treinamento neuromuscular reúne exercícios voltados ao desenvolvimento da força, coordenação, controle motor e qualidade de execução dos gestos esportivos. Os programas podem incluir fortalecimento dos membros inferiores, saltos, aterrissagens e mudanças de direção, associados a orientações técnicas. Em revisão sistemática e metanálise, Petushek *et al*. (2019) identificaram características de programas associadas a maior redução do risco de lesão do LCA em atletas jovens do sexo feminino; a extrapolação desses achados para outras populações exige cautela.[3,16,20]

Entretanto, a efetividade de programas de prevenção não deve ser inferida exclusivamente a partir da redução de lesões gerais dos membros inferiores. Revisões sobre

programas de prevenção com exercícios pliométricos reforçam a importância de verificar o desfecho específico do LCA (Al Attar *et al*., 2022). Para responder a essa questão, é necessário examinar estudos que relatem a incidência dessa lesão por grupo, considerando diferenças entre modalidades esportivas, participantes, duração e adesão às intervenções. A transparência da identificação e seleção das evidências é fundamental em revisões sistemáticas.[3,15,16]

Diante desse cenário, justifica-se uma revisão sistemática de estudos controlados que investiguem programas preventivos de treinamento neuromuscular em atletas e apresentem dados específicos de incidência de lesões do LCA, iniciais ou recorrentes. Pretende-se contribuir para uma interpretação crítica das evidências disponíveis e de sua aplicabilidade à fisioterapia esportiva.[3,16]

A diversidade de protocolos de treinamento neuromuscular descritos na literatura, com variações em frequência, duração e componentes dos programas, somada à frequente adoção de desfechos agregados como lesões gerais do joelho em detrimento da incidência específica de lesões do ligamento cruzado anterior dificulta a compreensão precisa da sua real eficácia preventiva. A possibilidade de que resultados positivos observados em desfechos amplos não se repliquem quando se analisa exclusivamente a lesão ligamentar reforça a necessidade de uma revisão sistemática que examine os dados de incidência específica do LCA de forma criteriosa e separada.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar, por meio de revisão sistemática, as evidências de ensaios randomizados e estudos prospectivos controlados sobre a efetividade de programas preventivos de treinamento neuromuscular na redução da incidência de lesões do ligamento cruzado anterior em atletas.

2.2 Objetivos específicos

Identificar estudos que avaliaram programas preventivos de treinamento neuromuscular em populações de atletas.

Descrever os componentes e as características dos protocolos preventivos investigados.

Comparar a incidência de lesões do LCA entre grupos submetidos ao treinamento neuromuscular e grupos comparadores.

Examinar diferenças relevantes entre populações, modalidades esportivas e formas de aplicação dos programas, quando os dados disponíveis permitirem.

Identificar limitações metodológicas que influenciem a interpretação dos resultados.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento e pergunta de pesquisa

Trata-se de uma revisão sistemática de estudos primários controlados, organizada a partir da pergunta: em atletas, programas preventivos de treinamento neuromuscular, em comparação à prática habitual, à ausência de intervenção ou a outra estratégia preventiva apropriada, reduzem a incidência de lesões do ligamento cruzado anterior? A pergunta foi estruturada segundo os componentes população, intervenção, comparador e desfecho (PICO). O relato foi estruturado com base nas recomendações PRISMA 2020, registrando-se explicitamente as etapas cuja documentação não foi integralmente recuperada.[15]

Esta revisão sistemática foi conduzida com recuperação documental parcial das etapas finais de seleção e busca. As limitações são explicitadas na seção 3.2.1

3.2 Fontes de informação e busca bibliográfica

A documentação auditável identifica exportações da PubMed (1.298 ocorrências), Biblioteca Virtual em Saúde — BVS (17 ocorrências) e PEDro (526 ocorrências exportadas em duas estratégias), totalizando 1.841 ocorrências processadas. Na PEDro, a estratégia literal "ACL prevention" teve 61 resultados exportados; "anterior cruciate ligament" apresentou 490 resultados na interface e 465 exportados. A consulta "neuromuscular training" apresentou 1.185 resultados na interface, mas nenhum registro foi exportado ou integrado à triagem. A PubMed possui duas estratégias registradas de modo resumido: a consulta de 221 resultados estava contida na exportação de 1.298 ocorrências, não devendo ser somada como conjunto independente. A BVS tem registro de uma primeira estratégia, sem expressão completa preservada no arquivo disponível. As expressões integrais da PubMed/BVS, os filtros de todas as buscas e as datas efetivas de execução não estão comprovados na documentação analisada (ver Apêndice B).

A reconstituição documental das buscas foi realizada a partir da aba "Buscas e Pendências" da planilha de triagem de 14/10/2026. O registro distingue resultados exibidos de registros efetivamente exportados, sem incorporar os 25 itens não exportados da PEDro nem os 1.185 resultados da consulta não exportada. A execução e triagem foram realizadas entre os dias 14/10/2026 a 18/10/2026. Não há comprovação do histórico integral das combinações booleanas e filtros da PubMed, BVS e PEDro. Portanto, a reprodutibilidade exata das buscas originais e a abrangência de todas as ocorrências exibidas permanecem limitadas.

3.2.1 Limitações da busca e da recuperação documental

A documentação disponível permitiu identificar 1.841 ocorrências bibliográficas

exportadas das bases PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e PEDro. Contudo, não foi possível recuperar integralmente as estratégias de busca completas, os filtros aplicados e as datas exatas de execução em todas as bases. Parte dos resultados exibidos na interface da PEDro não foi exportada, e a busca realizada com os termos "neuromuscular training" não foi incorporada à triagem. A busca na SciELO foi registrada como concluída, porém sem documentação auditável, razão pela qual não pode ser considerada oficialmente integrada à presente revisão. Consequentemente, a reprodutibilidade exata das buscas originais e a abrangência de todas as ocorrências recuperadas permanecem limitadas.

Quanto ao fluxo de seleção PRISMA 2020, as etapas de identificação e de duplicação puderam ser reconstituídas com razoável segurança, com 1.841 registros exportados e 126 duplicatas identificadas. Entretanto, não foram recuperados os registros históricos completos referentes à obtenção, leitura integral e exclusão de relatórios após avaliação do texto completo. Deste modo, não é possível certificar o número definitivo de estudos incluídos, nem as contagens parciais das etapas finais do fluxo. Os 11 estudos descritos nesta revisão constituem uma seleção candidata elegível, e não um total definitivamente certificado de inclusões.

Finalmente, a avaliação de risco de viés não pôde ser concluída com julgamentos globais certificados segundo os instrumentos RoB 2 e ROBINS-I, em razão da ausência de respostas completas às perguntas sinalizadoras em diversos estudos. As observações apresentadas representam uma síntese crítica documental e não substituem a aplicação integral dos instrumentos de avaliação. Estas limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados desta revisão.

3.3 Critérios de elegibilidade

Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão à síntese principal: (a) publicações de 2008 a 2026, em inglês ou português; (b) amostras de atletas, independentemente do sexo ou da modalidade; (c) intervenção preventiva com componentes de treinamento neuromuscular; (d) comparação com prática habitual, ausência de programa preventivo ou condição comparadora adequada à estimativa do efeito preventivo; (e) informação sobre incidência específica de lesões do LCA por grupo, quando apresentada, ou estimativa comparativa específica do desfecho; e (f) ensaios randomizados, inclusive por equipes, ou estudos prospectivos controlados. A prevenção primária foi priorizada, enquanto programas dirigidos à prevenção de segunda lesão após reconstrução do LCA foram tratados separadamente. Foram excluídos relatos sem grupo comparador independente, revisões, protocolos e estudos exclusivamente retrospectivos; estudos restritos a biomecânica, desempenho ou reabilitação sem incidência específica de lesão também não responderam à

pergunta principal. Lacunas de relato foram registradas, sem inferir ausência de desfecho apenas pelo resumo.

Na aplicação operacional desses critérios, os desfechos específicos de lesão do LCA foram distinguidos de desfechos agregados de lesões do joelho ou de membros inferiores. Estudos com primeiras lesões e recorrências não separáveis foram descritos com ressalvas, sem que suas contagens fossem tratadas como prevenção primária estrita. Comparações entre dois programas ativos, controles históricos e controles contemporâneos também foram diferenciadas. A ausência de informação no título ou no resumo motivou pendência de verificação quando não permitia uma decisão de elegibilidade sustentada.

3.4 Organização dos registros e seleção dos estudos

As ocorrências exportadas foram reunidas em planilha eletrônica e submetidas à identificação inicial de duplicatas por coincidência de PMID, DOI ou título normalizado. Segundo o controle disponível, 121 ocorrências duplicadas foram retiradas, restando 1.720 registros bibliográficos para triagem. A deduplicação por esses campos não assegura a identificação de relatos diferentes de um mesmo estudo; por isso, publicações com títulos semelhantes, múltiplos relatos e possíveis correspondências entre bases exigem confirmação manual.

A triagem por título e resumo foi registrada em planilhas com identificadores individuais e motivos de exclusão preliminar. Na atualização administrativa de 30 de outubro de 2026, foram contabilizadas 1.841 ocorrências bibliográficas exportadas e 126 duplicatas apontadas em duas etapas, restando 1.715 registros administrativos. As duas planilhas complementares registram decisões referentes a conjuntos distintos: cinco exclusões preliminares por indisponibilidade de dados específicos de incidência do LCA por grupo e duas exclusões preliminares por incompatibilidade do comparador com a pergunta principal. Após a conciliação, constam 1.698 exclusões preliminares, três relatos complementares vinculados e 14 registros em avaliação metodológica, somando 1.715 registros. Não permanecem registros classificados como incertos nessas duas listas complementares, mas a elegibilidade dos 14 registros ainda está sob avaliação.

3.5 Extração e síntese dos dados

Foram construídas matrizes de extração com autoria, ano, população, delineamento, intervenção e comparador, acompanhamento e eventos de lesão do LCA por grupo, quando disponíveis. Também foram registradas as diferenças entre primeiras lesões e recorrências, as publicações relacionadas e os dados de exposição. A síntese apresentada é descritiva, com separação entre ensaios randomizados e estudos não randomizados. Não foi realizada combinação quantitativa em razão das diferenças entre denominadores, tipos de comparação,

exposição e qualidade metodológica documentada.

Na extração, registros e publicações vinculados à mesma população investigada foram associados a uma unidade de estudo para evitar dupla contagem, preservando a identificação das publicações complementares. Diferenciaram-se, quando documentados, eventos totais de LCA, lesões sem contato e primeiros episódios, sem presumir equivalência entre esses desfechos. Nos relatos com estimativa comparativa específica do LCA, mas sem numeradores por grupo confirmados, não foram imputadas contagens. O conjunto de onze estudos-base foi mantido como candidato à síntese descritiva, sem apresentá-lo como o número de inclusões definitivas certificado no PRISMA.

3.6 Avaliação da qualidade metodológica

O risco de viés foi examinado para o resultado de ocorrência de lesões do LCA. Nos oito ensaios randomizados por equipes foi utilizada avaliação dirigida pelos domínios do RoB 2 para conglomerados; nos três estudos não randomizados, pelos domínios da versão ROBINS-I empregada nas matrizes históricas (STERNE *et al*., 2019; STERNE *et al*., 2016). As informações foram extraídas dos artigos e dos registros de auditoria existentes. Como não foram recuperadas todas as respostas às perguntas sinalizadoras, nem a documentação de protocolos e análises necessária em todos os estudos, a avaliação foi encerrada como síntese crítica documental, sem emissão de julgamentos globais oficiais não fundamentados. As categorias abaixo descrevem evidências e preocupações, não substituem a aplicação integral dos instrumentos.[18,19]

A análise documental considerou, para os ensaios randomizados por equipes, aspectos como momento do recrutamento em relação à alocação, perdas de conglomerados, desvios da intervenção e abordagem analítica. Para os estudos não randomizados, foram examinadas limitações relativas à comparabilidade dos grupos, ao confundimento e a possíveis mudanças temporais. Essas observações foram vinculadas ao desfecho de LCA e mantidas como questões metodológicas verificáveis, sem converter hipóteses provisórias da auditoria em classificações globais oficiais.

4 RESULTADOS

4.1 Identificação e seleção dos registros

A documentação das buscas contabiliza 1.841 ocorrências exportadas e 126 duplicatas identificadas, resultando em 1.715 registros administrativos. A síntese qualitativa foi organizada com onze estudos-base de prevenção primária sob elegibilidade geral qualificada: oito ensaios randomizados por equipes e três estudos controlados não randomizados (dois com controles históricos e um com controle contemporâneo). As publicações relacionadas

foram vinculadas à respectiva unidade de estudo para evitar dupla contagem. Os onze estudos não equivalem automaticamente ao total histórico de inclusões certificado no fluxograma PRISMA 2020, cuja recuperação de textos completos permanece sem rastreabilidade suficiente.

Relato PRISMA 2020: a identificação e a deduplicação têm contagens administrativas verificáveis (1.841 ocorrências exportadas, 126 duplicatas e 1.715 registros). Não se recuperaram registros suficientes para certificar o número de relatórios procurados, não recuperados, avaliados integralmente ou excluídos após a leitura completa. Essas etapas permanecem sem contagem no Quadro 3, do Apêndice A. Os 11 estudos descritos nesta síntese constituem uma seleção candidata, não um total definitivo de inclusões certificado pelo fluxograma.[15]

Fluxograma 1 – Reconstrução documental parcial do processo de seleção (PRISMA 2020)



NÃO é fluxograma PRISMA 2020 integralmente certificado.
Não atribuir os 11 candidatos à caixa oficial de inclusão.

4.2 Evidências com incidência específica do LCA já documentada

A Tabela 1 apresenta as contagens específicas de LCA registradas nos oito ensaios randomizados e em dois estudos não randomizados; para Magoshi (2026), consta estimativa publicada de efeito, mas não foram recuperadas com segurança contagens absolutas por braço. Os eventos descritos podem corresponder a primeiras lesões, recorrências ou desfechos cuja separação não está demonstrada nos registros disponíveis. Por isso, as contagens não devem ser agregadas como se representassem exclusivamente incidência de primeiras lesões.[1,2,4,6,10,11,13,14,17,21,22]

Tabela 1 – Incidência de lesões do LCA nos estudos candidatos

Estudo / delineamento	TNM: LCA	Comparador: LCA	Tratamento na síntese
Gilchrist (2008) — ECR por equipes	7	18	ECR por equipes; análise com ressalva de protocolo/exposição; tipo de evento LCA sem separação integral certificada
LaBella (2011) — ECR por equipes	2	6	ECR por equipes; histórico prévio em parte da amostra; primeiras lesões × recorrências não certificadas
Waldén (2012) — ECR por equipes	7	14	ECR por equipes; 7 × 14 incluem primeiras lesões e recorrências; não usar como primeiras lesões isoladas
Silvers-Granelli (2017) — ECR por equipes	3	16	ECR por equipes; perdas após randomização e análise por protocolo; separação de recorrências não certificada
Achenbach (2018) — ECR por equipes	1	2	ECR por equipes; poucos eventos específicos de LCA; não equivaler a lesões graves de joelho
Barber Foss (2018) — ECR por equipes	1	2	ECR por equipes; 3 eventos específicos; estimativa imprecisa; recorrências não individualizadas
Achenbach (2025) — ECR por equipes	1	7	ECR por equipes; 1 × 7 específicos do LCA; não equiparar ao desfecho amplo de joelho
FUNBALL (2025) — ECR por equipes	1	4	ECR por equipes; análise secundária do mesmo FUNBALL; não duplicar participantes
Omi (2018) — controle histórico	9	16	Não randomizado, controle histórico; vulnerável a confundimento temporal; recorrências não individualizadas
Westin (2020) — controle histórico	12	35	Não randomizado, controle

Estudo / delineamento	TNM: LCA	Comparador: LCA	Tratamento na síntese
			histórico; 12 × 35 totais incluem recorrências; primeiras lesões 8 × 24
Magoshi (2026) — controle contemporâneo	Não recuperado	Não recuperado	Não randomizado, controle contemporâneo; contagens por braço não confirmadas; estimativa publicada

Nota: TNM = treinamento neuromuscular; LCA = ligamento cruzado anterior; ECR = ensaio clínico randomizado. A coluna "Tratamento na síntese" diferencia o desenho e o alcance de cada desfecho. Os números são eventos documentados, não estimativas ajustadas por exposição ou agrupamento. Waldén (2012) inclui lesões iniciais e recorrentes no desfecho relatado; em Westin (2020), o total de 12 versus 35 eventos também inclui recorrências, enquanto 8 versus 24 corresponde a primeiras lesões. Nos demais estudos, não infere ausência de recorrências quando essa distinção não foi confirmada.

Nota complementar — Achenbach (2025): Ensaio por equipes; randomização estratificada por idade, sexo e liga, conduzida por estatístico; 69 equipes randomizadas, 65 analisadas (32/33). Registro prospectivo ISRCTN94413028; adesão autorreferida; desfecho principal é lesão grave aguda do joelho, não LCA isolado. Conferir recrutamento/identificação individual, perdas das quatro equipes e plano da análise específica de LCA.

4.2.1 Organização da síntese qualitativa segundo delineamento e tipo de lesão Os oito ensaios randomizados por equipes (Gilchrist, LaBella, Waldén, Silvers Granelli, Achenbach 2018, Barber Foss, Achenbach 2025 e FUNBALL/Obërtinca 2025) compõem um bloco descritivo; Omi (2018) e Westin (2020), com controles históricos, compõem outro; Magoshi (2026), com controle contemporâneo não randomizado, é analisado individualmente. Essa divisão evita atribuir a comparações não randomizadas a mesma força de inferência causal dos ensaios. As publicações secundárias não são contabilizadas como estudos adicionais.[1,2,4,6,10,11,13,14,17,21,22]

Para a questão de prevenção primária, distinguem-se: (i) primeiros episódios de LCA explicitamente separáveis, como os 8 versus 24 de Westin; (ii) totais mistos de primeiras lesões e recorrências, como Waldén (7 versus 14) e Westin (12 versus 35); e (iii) resultados sem separação suficientemente documentada, que permanecem descritos sem presunção de exclusividade de primeira lesão. Para Magoshi (2026), os efeitos publicados são apresentados sem criar contagens não recuperadas. Não são calculadas somas ou medidas agrupadas com esses desfechos heterogêneos.[11,21,22]

4.3 Risco de viés: síntese crítica das evidências documentadas

As avaliações dirigidas abrangeram oito ensaios randomizados por equipes e três estudos controlados não randomizados. Gilchrist (2008) e Silvers-Granelli (2017) apresentam questões relativas à análise segundo tratamento recebido ou por protocolo e, no segundo, à perda de equipes após randomização. Achenbach (2025) e FUNBALL (2025) exigem atenção às perdas de equipes; no FUNBALL, os eventos específicos de LCA provêm de uma análise secundária. Omi (2018) e Westin (2020) empregaram controles históricos, sujeitos a

confundimento temporal, enquanto Magoshi (2026) não randomizou a alocação e utilizou uma sub-corte acompanhada por três temporadas. As demais avaliações não dispõem de informações completas para determinar todos os domínios. O Quadro 2 distingue os achados comprovados das interpretações ainda não certificáveis.[1,2,6,11,13,14,17,22]

Quadro 2 – Evidências de risco de viés nos estudos de prevenção primária do LCA

Estudo	Evidência ou ponto em atenção	Julgamento global	Alerta anterior*
Gilchrist (2008)	Análise por protocolo / as-treated.	Não certificado	Alto (provisório)
LaBella (2011)	Dados do LCA disponíveis; domínios incompletos.	Não certificado	Indeterminável
Waldén (2012)	Intenção de tratar relatada; demais domínios incompletos.	Não certificado	Indeterminável
Silvers-Granelli (2017)	Quatro equipes da intervenção perdidas; análise por protocolo.	Não certificado	Alto (provisório)
Achenbach (2018)	LCA como desfecho secundário; seleção de resultados a verificar.	Não certificado	Indeterminável
Barber Foss (2018)	Verificar recrutamento e análise por conglomerados.	Não certificado	Indeterminável
Achenbach (2025)	69 equipes randomizadas, 65 analisadas; adesão autorreferida; desfecho principal não exclusivo de LCA.	Não certificado	Indeterminável
FUNBALL (2025)	Perdas de equipes; LCA relatado em análise secundária.	Não certificado	Indeterminável
Omi (2018)	Controle histórico; possível confundimento temporal.	Não certificado	Sério (provisório)
Westin (2020)	Controle histórico; possível confundimento por diferenças entre coortes.	Não certificado	Sério (provisório)
Magoshi (2026)	Comparação não randomizada; seleção de subcoorte e confundimento.	Não certificado	Sério (provisório)

* Os rótulos "alto" e "sério" apenas reproduzem hipóteses provisórias da auditoria anterior. Não são julgamentos globais oficiais de RoB 2/ROBINS-I. O detalhamento documental por estudo permanece no Quadro 4 do Apêndice A.

Fonte: elaboração própria com base na matriz de avaliações por domínio e nos artigos consultados (2026). Nota: as observações documentam potenciais fontes de viés; não são julgamentos globais certificados pelo RoB 2 ou ROBINS-I. Ausência de informação não significa baixo risco. O estudo de cada desfecho e os formulários completos são necessários para classificação formal.

4.4 Registro consolidado das sete exclusões preliminares

As duas planilhas de auditoria registraram decisões complementares, não concorrentes. Em 29/10/2026, cinco publicações foram classificadas como exclusões preliminares porque não se confirmou, nas fontes documentadas, a incidência específica de lesões do LCA por grupo. Em 30/10/2026, os registros LCA-0714 e LCA-0393 foram classificados como exclusões preliminares por compararem estratégias de implementação do programa, em lugar do contraste preventivo estabelecido para a síntese principal. A ausência de contagens extraíveis não comprova ausência de lesões; comparadores de implementação devem ser avaliados de acordo com a pergunta PICO.

Tabela 2 – Controle das decisões administrativas

Registro	Situação em 30/10/2026	Justificativa / informação pendente
Ocorrências exportadas	1.841	Total das exportações documentadas
Duplicatas identificadas	126	Contabilidade administrativa
Registros únicos	1.715	Não equivalem a textos completos
Candidatos primários	11	8 randomizados e 3 não randomizados
Relatórios procurados	Não comprovado	Sem histórico integral recuperável
Relatórios avaliados integralmente	Não comprovado	Não inferir a partir da matriz
Julgamentos globais RoB	Não certificados	Perguntas sinalizadoras incompletas

Fonte: elaboração própria com base nas planilhas de auditoria da revisão (2026).

As decisões por dados insuficientes são reversíveis se forem encontrados textos completos, suplementos ou informações diagnósticas adicionais. As exclusões de Suits e Patterson também devem ser revistas caso o protocolo passe a admitir explicitamente comparações entre estratégias de implementação. Não houve auditoria individual de todas as exclusões históricas nesta atualização.

4.5 Decisões adicionais sobre elegibilidade e estudos sem eventos

Kawashima *et al*. (2021) foram considerados fora da síntese principal, pois a comparação diz respeito a protocolos de reabilitação após reconstrução do LCA, e não à prevenção esportiva independente da reabilitação. O estudo pode ser discutido apenas como literatura contextual, sem integrar a amostra principal.[9]

Ford *et al.* (2025) compararam intervenções ativas de treinamento neuromuscular, com estratégias distintas de biofeedback, e não registraram lesões de LCA durante o seguimento nos grupos comparados. A ausência de eventos nos dois braços de uma comparação não constitui, isoladamente, motivo de inelegibilidade. Todavia, esse resultado não produz razão de risco ou razão de chances estimável para o contraste, e tampouco responde diretamente ao efeito de TNM versus ausência de TNM. O estudo fica documentado como evidência complementar, sujeito à conferência de sua classificação na planilha-mestre.[5]

4.6 Unidade de estudo e reconciliação das publicações

A unidade de análise é o estudo independente, não cada publicação. A análise do FUNBALL deve ser vinculada ao ensaio original; relatórios relacionados de Waldén/Hägglund/Lindblom, Silvers-Granelli e Magoshi devem permanecer agrupados conforme a população compartilhada. Após a retirada de Johnson da síntese principal e as exclusões metodológicas de Grooms e Muramoto, a matriz de trabalho possui 11 estudos-base candidatos de prevenção primária, não 11 inclusões definitivamente certificadas.[7,8,11,12,13,17,21]

4.7 Limites da auditoria das exclusões e do risco de viés

Na auditoria administrativa foram contabilizadas 1.841 ocorrências exportadas, 126 duplicatas e 1.715 registros únicos. Uma das reconciliações documenta 1.698 exclusões preliminares e três relatórios relacionados, mas não estabelece com segurança a sequência PRISMA de relatórios procurados, não recuperados, avaliados e excluídos após leitura integral. Quatro consultas integrais recentes foram explicitamente registradas; essa quantidade não representa o total histórico de textos completos da revisão. Nenhuma contagem ausente foi estimada.

A interpretação da evidência considerou o RoB 2 específico para ensaios randomizados por conglomerados e o ROBINS-I para os não randomizados. Foram documentados aspectos que podem comprometer as estimativas — análises por protocolo, perdas de equipes, controles históricos e seleção de subcoortes. Não há base verificável para classificar globalmente como baixo risco os estudos com informações faltantes, nem para confirmar todos os julgamentos de alto risco ou risco sério sugeridos em rodadas anteriores. Em consequência, a síntese do risco de viés foi encerrada no limite documental e integrada à interpretação dos resultados, sem atribuir certificação formal inexistente.[18,19]

5 DISCUSSÃO

5.1 Síntese crítica das limitações metodológicas

Conforme o Quadro 2, Gilchrist *et al.* (2008) e Silvers-Granelli *et al.* (2017) apresentam limitações documentadas relacionadas ao modo de análise e, no segundo ensaio, à perda de equipes. Omi *et al.* (2018), Westin *et al*. (2020) e Magoshi *et al.* (2026) exigem cautela adicional por confundimento ou seleção, conforme seus delineamentos. Nos demais estudos, informações insuficientes impedem julgamento global seguro. Por isso, os resultados são discutidos criticamente, sem classificar estudos como de baixo risco nem transformar os alertas da auditoria em pontuações oficiais.[6,11,14,17,22]

5.2 Ensaios randomizados por equipes

Gilchrist *et al.* (2008) investigaram um programa preventivo de treinamento neuromuscular em jogadoras universitárias de futebol e documentaram 7 lesões do LCA no grupo intervenção e 18 no controle. Para lesões sem contato, foram observados 2 e 10 eventos, respectivamente. Apesar da direção favorável à intervenção, a interpretação exige cautela devido ao número reduzido de eventos, à ausência de significância estatística para o desfecho sem contato e à utilização de análises por protocolo, que podem comprometer a preservação da comparação originalmente randomizada.[6]

LaBella *et al.* (2011) avaliaram um aquecimento neuromuscular em atletas escolares

de futebol e basquete, encontrando 2 lesões do LCA no grupo intervenção e 6 no controle. A publicação inclui participantes com histórico prévio de lesão; na documentação consolidada, a separação integral entre primeiras lesões e recorrências não está certificada para esse resultado. A estimativa específica apresentou intervalo de confiança amplo e não alcançou significância estatística. Portanto, o achado informa a síntese qualitativa de prevenção, mas não é tratado como incidência exclusivamente de primeiras lesões.[10]

Waldén *et al.* (2012) conduziram um ensaio randomizado por equipes com atletas adolescentes de futebol e relataram 7 lesões do LCA na intervenção e 14 no controle. A definição do desfecho inclui primeiras lesões e recorrências: portanto, a contagem não representa exclusivamente prevenção primária da primeira ruptura. Embora a implementação esportiva favoreça a aplicabilidade do programa, a interpretação do efeito específico exige atenção à exposição, à estrutura por conglomerados e ao risco de viés, sem transpor esses totais para uma síntese apenas de primeiras lesões.[21]

Silvers-Granelli *et al.* (2017) examinaram o programa FIFA 11+ em jogadores de futebol e relataram 3 lesões do LCA na intervenção e 16 no controle. Entretanto, quatro equipes alocadas à intervenção não concluíram o seguimento, e os autores utilizaram análise por protocolo. Assim, embora a direção do efeito seja favorável ao treinamento, perdas após a randomização e desvios da análise por atribuição podem superestimar a eficácia observada.[17]

Achenbach *et al.* (2018) avaliaram exercícios neuromusculares em atletas adolescentes de handebol, documentando 1 lesão do LCA na intervenção e 2 no controle. O estudo demonstrou relevância do programa para lesões graves do joelho, porém esse desfecho agregado não pode ser considerado equivalente à ruptura do LCA. A pequena quantidade de casos específicos de LCA reduz a precisão da inferência sobre prevenção ligamentar isoladamente.[1]

Barber Foss *et al.* (2018) investigaram uma intervenção neuromuscular escolar em comparação com uma condição de controle, registrando 1 lesão do LCA no grupo de treinamento e 2 no comparador. O delineamento controlado contribui para a avaliação de programas aplicáveis ao esporte escolar; contudo, apenas três eventos do desfecho de interesse limitam a força de qualquer conclusão sobre o efeito isolado na prevenção do LCA.[4]

Achenbach *et al.* (2025) avaliaram o programa Knee-ABC 2 em um ensaio randomizado por equipes de handebol, registrado sob ISRCTN94413028. A publicação informa 69 equipes randomizadas e 65 equipes presentes na amostra analisada (32 no grupo intervenção, com 260 atletas, e 33 no controle, com 215 atletas). Foram documentadas 1 lesão do LCA no grupo intervenção e 7 no controle, segundo a matriz de extração desta revisão. O desfecho principal publicado, contudo, foi a incidência de lesões agudas graves do joelho (razão de taxas de incidência 0,170; IC 95% 0,031–0,619; p = 0,002), e não exclusivamente a

incidência de LCA; portanto, a significância estatística desse resultado agregado não pode ser atribuída ao LCA isoladamente. A randomização foi descrita como estratificada por idade, sexo e nível competitivo, executada por estatístico experiente. A publicação relata coleta de consentimento antes da randomização, mas exige conferência específica da sequência individual de identificação/recrutamento e das razões de exclusão das equipes; a adesão autorreferida constitui limitação adicional. Essas informações documentam perguntas sinalizadoras, sem autorizar julgamento global definitivo de risco de viés.[2]

Obërtinca *et al.* (2025), em análise secundária do ensaio FUNBALL, relataram 1 ruptura do LCA no grupo intervenção e 4 no controle. A estimativa específica apresentou elevada imprecisão e não alcançou significância estatística, de modo que não permite afirmar efeito preventivo conclusivo para esse desfecho isolado. A publicação deve ser vinculada ao ensaio original como um único estudo-base, evitando dupla contagem dos mesmos participantes.[13]

5.2.1 Características dos protocolos de treinamento neuromuscular com tendência favorável

Os estudos que apresentaram direção favorável no desfecho específico de lesão do LCA compartilharam elementos comuns: programas aplicados de forma regular, geralmente como rotina de aquecimento ao longo de uma ou mais temporadas esportivas, com frequência mínima de duas a três vezes por semana. Os protocolos incluíram, predominantemente, exercícios de fortalecimento de quadril e membros inferiores, treinamento de aterrissagem e pliometria, além de orientações sobre alinhamento e controle de tronco durante os gestos esportivos. Não foi identificado, contudo, um padrão único ideal de duração ou intensidade que permitisse recomendação universalizada. A ausência de metanálise neste trabalho constitui decisão deliberada, justificada pela diversidade de delineamentos, populações, modalidades esportivas, definições de desfecho e limitações documentais que impedem a combinação estatística confiável dos resultados. Deste modo, os achados são apresentados de forma descritiva e interpretados com cautela, sem inferências de efeito agregado.

5.3 Estudos não randomizados

Omi *et al.* (2018) analisaram um programa preventivo com ênfase em controle e fortalecimento do quadril em atletas de basquete, registrando 9 lesões do LCA após a intervenção e 16 no período histórico comparador. Os dados sugerem uma possível associação com redução da incidência, mas a ausência de grupos contemporâneos abre espaço para confundimento por mudanças nas equipes, exposição esportiva e outros cuidados preventivos ao longo do tempo. Por isso, o estudo deve ser interpretado separadamente dos ensaios randomizados.[14]

Westin *et al.* (2020) investigaram a prevenção de lesões do LCA em esquiadores

alpinos adolescentes usando controle histórico. O total de 12 versus 35 eventos inclui lesões iniciais e recorrências; os dados registrados especificamente para primeiras lesões foram 8 na intervenção e 24 no controle. Esta última comparação é a pertinente à interpretação de prevenção primária, sem ignorar que o estudo também investigou outros eventos. O controle histórico, a possível diferença entre coortes e a exposição esportiva limitam inferências causais equivalentes às de um ensaio randomizado.[22]

Magoshi *et al.* (2026) avaliaram o programa FIFA 11+ em atletas universitárias de futebol com controle contemporâneo não randomizado. A publicação apresenta estimativa favorável para lesões do LCA sem contato, mas as contagens absolutas por braço não foram recuperadas com segurança na matriz de extração, impedindo a construção de risco absoluto auditável. A amostra em acompanhamento contínuo e a ausência de randomização exigem cautela quanto à seleção e ao confundimento. A publicação de 2023 relacionada à mesma população não representa um segundo estudo independente.[11]

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A síntese qualitativa de onze estudos-base candidatos sugere que programas preventivos de treinamento neuromuscular podem estar associados a menor ocorrência de lesões do LCA em determinados contextos esportivos. Entretanto, contagens absolutas favoráveis não demonstram, por si sós, significância estatística ou efeito causal. Os oito ensaios randomizados por equipes foram interpretados separadamente dos dois estudos com controles históricos (Omi e Westin) e do estudo não randomizado com controle contemporâneo (Magoshi). A interpretação distinguiu as primeiras lesões dos totais que incluem recorrências, especialmente em Waldén e Westin; quando a classificação dos eventos não foi confirmada, essa incerteza foi preservada. A análise secundária do FUNBALL documentou uma ruptura do LCA na intervenção e quatro no controle, sem demonstrar significância estatística específica para esse desfecho nem comprovar que todos os eventos foram primeiras lesões. Os resultados agregados sobre lesões graves ou do joelho não foram tomados como equivalentes ao desfecho isolado de LCA. A heterogeneidade dos delineamentos, das populações, das exposições e da precisão das estimativas, somada à ausência de julgamentos globais certificados de risco de viés, não sustenta uma estimativa quantitativa agrupada robusta nesta versão.[1,2,4,6,10,11,13,17,21,22]

6.1 Limitações de documentação e transparência

A auditoria documental comprovou 1.841 ocorrências exportadas, 126 duplicatas e 1.715 registros administrativos, mas não recuperou o histórico completo de relatórios procurados, obtidos, lidos integralmente e excluídos com justificativa após a leitura. A documentação identifica pelo menos quatro consultas recentes a textos integrais, realizadas

durante auditorias posteriores, que não devem ser tomadas como total histórico. Persistem ainda lacunas de exportação da PEDro e de rastreabilidade das estratégias de busca, além de perguntas sinalizadoras sem resposta documental nos instrumentos de risco de viés. Essas restrições limitam a completude do relato PRISMA, a confiança na abrangência da busca e a certeza metodológica das conclusões. As onze unidades permanecem candidatas documentadas à síntese de prevenção primária, não uma contagem certificada de estudos incluídos.[15]

Nota de rastreabilidade: as contagens de eventos provêm da matriz de extração e de verificações dirigidas dos artigos. Nesta revisão editorial foram confirmados os dados bibliográficos de Achenbach *et al.* (2025), Obërtinca *et al.* (2025, FUNBALL) e Magoshi *et al.* (2026). A confirmação bibliográfica não equivale à certificação de todos os domínios de risco de viés ou do histórico completo de seleção.[2,11,13]

Embora, a evidência ainda não seja definitive, os programas de TNM com exercícios de fortalecimento, controle de Tronco e pliometria podem ser considerados como parte de estratégias de preventivas multimodais em atletas, sempre com atenção à adesão e à especificidade da modalidade esportiva.

REFERÊNCIAS

ACHENBACH, Leonard et al. Neuromuscular exercises prevent severe knee injury in adolescent team handball players. Knee Surgery, **Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 26, p. 1901–1908, 2018. DOI: 10.1007/s00167-017-4758-5.

ACHENBACH, Leonard et al. Knee-ABC 2 reduces acute, severe and overuse knee injuries. Knee Surgery, **Sports Traumatology, Arthroscopy**, publicação antecipada, 26 dez. 2025. DOI: 10.1002/ksa.70236.

AL ATTAR, Wesam Saleh A. et al. Injury prevention programs that include plyometric exercises reduce the incidence of anterior cruciate ligament injury: a systematic review of cluster randomised trials. **Journal of Physiotherapy**, v. 68, n. 4, p. 255–261, 2022. DOI: 10.1016/j.jphys.2022.09.001.

BARBER FOSS, Kim D. et al. A school-based neuromuscular training program and sport related injury incidence: a prospective randomized controlled clinical trial. **Journal of Athletic Training**, v. 53, n. 1, p. 20–28, 2018. DOI: 10.4085/1062-6050-173-16.

FORD, Kevin R. et al. Outcomes of a randomized controlled trial of neuromuscular training with real-time biofeedback in young female athletes**. BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 26, art. 366, 2025. DOI: 10.1186/s12891-025-08647-3.

GILCHRIST, Julie et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 1476–1483, 2008. DOI: 10.1177/0363546508318188.

GROOMS, Dustin R. et al. Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players**. Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 6, p. 782–789, 2013.

DOI: 10.4085/1062-6050-48.4.08.

JOHNSON, Jessica L. et al. A secondary injury prevention program may decrease contralateral anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year injury rates in the ACL-SPORTS randomized controlled trial. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 50, n. 9, p. 523–530, 2020. DOI: 10.2519/jospt.2020.9407.

KAWASHIMA, Tatsuhiro et al. Effect of graft rupture prevention training on young athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: an 8-year prospective intervention study. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 1, 2021. DOI: 10.1177/2325967120973593.

LABELLA, Cynthia R. et al. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, v. 165, n. 11, p. 1033–1040, 2011. DOI: 10.1001/archpediatrics.2011.168.

MAGOSHI, Hirohisa et al. Effect of the FIFA 11+ on anterior cruciate ligament injury incidence rates in collegiate female football players over three consecutive seasons. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 66, n. 3, p. 400–409, 2026. DOI: 10.23736/S0022-4707.25.17071-0.

MURAMOTO, Yuki et al. Effectiveness of warm-up and dynamic balance training in preventing anterior cruciate ligament injuries in college gymnasts: a 3-year prospective study for one team. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 64, n. 2, p. 167–174, 2024. DOI: 10.23736/S0022-4707.23.15539-3.

OBËRTINCA, Rilind et al. Impact of the 'FUNBALL' programme on severe injuries among young male football players: a secondary analysis from a cluster-randomised controlled trial. **Sports Medicine** - Open, v. 11, art. 151, 2025. DOI: 10.1186/s40798-025-00945-3.

OMI, Yorikatsu et al. Effect of hip-focused injury prevention training for anterior cruciate ligament injury reduction in female basketball players: a 12-year prospective intervention study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 46, n. 4, p. 852–861, 2018. DOI: 10.1177/0363546517749474.

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

PETUSHEK, Erich J. et al. Evidence-based best-practice guidelines for preventing anterior cruciate ligament injuries in young female athletes: a systematic review and meta-analysis. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 7, p. 1744–1753, 2019. DOI: 10.1177/0363546518782460.

SILVERS-GRANELLI, Holly J. et al. Does the FIFA 11+ injury prevention program reduce the incidence of ACL injury in male soccer players? **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 475, n. 10, p. 2447–2455, 2017. DOI: 10.1007/s11999-017-5342-5.

STERNE, Jonathan A. C. et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. **BMJ**, v. 355, art. i4919, 2016. DOI: 10.1136/bmj.i4919.

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

SUGIMOTO, Dai et al. Critical components of neuromuscular training to reduce ACL injury risk in female athletes: meta-regression analysis**. British Journal of Sports Medicine**, v. 50,

n. 20, p. 1259–1266, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095596.

WALDÉN, Markus et al. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. **BMJ**, v. 344, art. e3042, 2012. DOI: 10.1136/bmj.e3042.

WESTIN, Maria et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in competitive adolescent alpine skiers. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 2, art. 11, 2020. DOI: 10.3389/fspor.2020.00011.

APÊNDICE A — RASTREABILIDADE DAS LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS

A.1 Controle das buscas bibliográficas

Quadro 1 – Rastreabilidade das buscas bibliográficas

Fonte / procedimento	Informação documental	Limite para o relato
PubMed	1.298 ocorrências exportadas; exportação anterior de 221 contida no conjunto maior	Sinais de busca disponíveis; datas/sintaxes completas não uniformemente comprovadas

Fonte / procedimento	Informação documental	Limite para o relato
BVS	17 ocorrências exportadas	Estratégia integral, filtros e data a confirmer
PEDro — "anterior cruciate ligament"	490 resultados apresentados; 465 exportados	25 resultados exibidos sem exportação comprovada
PEDro — "ACL prevention"	61 ocorrências exportadas	Histórico completo de filtros e data a confirmar
PEDro — "neuromuscular training"	1.185 resultados exibidos, sem exportação	Não incorporados ao universo de 1.841 ocorrências
SciELO	Busca concluída não documentada	Não relatar como fonte efetivamente pesquisada

Fonte: elaboração própria com base nas planilhas de auditoria da revisão (2026).

O total de 1.841 equivale às ocorrências exportadas e processadas, não a todos os resultados exibidos nas interfaces. Não se pode adicionar os registros não exportados ao PRISMA sem recuperação individual e nova deduplicação.

A.2 Reconstrução documental do fluxo PRISMA 2020

Quadro 3 – Fluxo PRISMA 2020: etapas documentadas e informações não recuperadas

Etapa	Valor verificável	Interpretação
Ocorrências exportadas	1.841	Registros efetivamente exportados das bases; não são todos os resultados exibidos nas buscas
Duplicatas identificadas	126	Deduplicação administrativa em etapas
Registros após deduplicação	1.715	Não equivale a relatórios ou textos integrais
Exclusões preliminares históricas	1.698	Categoria administrativa; não número de exclusões pós-texto
Consultas recentes a textos integrais	Ao menos 4: Silvers-Granelli (2017), Westin (2020), Achenbach (2025), van Beijsterveldt (2012)	Evidência de consulta em auditorias posteriores; mínimo documental, não total histórico
Relatórios procurados para obtenção	Não recuperado	Campo PRISMA sem valor
Relatórios não recuperados	Não recuperado	Campo PRISMA sem valor
Relatórios avaliados integralmente	Não recuperado	Campo PRISMA sem valor
Relatórios excluídos após texto integral, por razão	Não recuperado integralmente	Não inferir a partir de exclusões preliminares
Estudos definitivamente incluídos	Não certificado	11 estudos-base candidatos à prevenção primária, não n final de estudos incluídos

Fonte: elaboração própria com base nas planilhas de auditoria da revisão (2026).

O quadro acima constitui um relato PRISMA de preenchimento parcial, com base no histórico verificável, e não um fluxograma completo. As 1.698 exclusões são preliminares e não podem ser atribuídas à etapa de avaliação integral. Os 11 estudos de prevenção primária são candidatos elegíveis em princípio; não se deve apresentá-los como o total certificado de estudos incluídos. A auditoria posterior identificou ao menos quatro consultas a textos integrais, sem comprovação de que representem todas as avaliações originais. As caixas sem documentação permanecem identificadas como "não recuperado", e não como zero. Para completar retrospectivamente essas etapas seriam necessários registros originais de solicitação, obtenção e decisão de texto completo, que não foram localizados.

A.3 Evidências de risco de viés por estudo — registro documental

Quadro 4 – Evidências por estudo e limite dos julgamentos globais

Estudo	Instrumento / evidência disponível	Situação do julgamento global
Gilchrist (2008)	Análise as-treated/per protocol documentada	Sem julgamento global certificado
LaBella (2011)	Dados do desfecho recuperados; domínios insuficientemente documentados	Sem julgamento global certificado
Waldén (2012)	Análise por intenção de tratar relatada; outros domínios ainda incompletes	Sem julgamento global certificado
Silvers-Granelli (2017)	Quatro equipes da intervenção perdidas; análise por protocol	Sem julgamento global certificado
Achenbach (2018)	Desfecho LCA secundário; análise de seleção do resultado não concluída	Sem julgamento global certificado
Barber Foss (2018)	Necessário verificar recrutamento e análise por conglomerados	Sem julgamento global certificado
Achenbach (2025)	Ensaio por equipes; randomização estratificada por idade, sexo e liga, conduzida por estatístico; 69 equipes randomizadas, 65 analisadas (32/33). Registro prospectivo ISRCTN94413028; adesão autorreferida; desfecho principal é lesão grave aguda do joelho, não LCA isolado. Conferir recrutamento/identificação individual, perdas das quatro equipes e plano da análise específica de LCA.	Sem julgamento global certificado; evidência parcial documentada.
FUNBALL (2025)	Equipes perdidas; eventos de LCA em análise secundária	Sem julgamento global certificado
Omi (2018)	Controle histórico: confundimento temporal potencial	Sem julgamento global certificado
Westin (2020)	Controle histórico e composição das coortes: confundimento potencial	Sem julgamento global certificado
Magoshi (2026)	Alocação não randomizada e subcoorte: confundimento/seleção potenciais	Sem julgamento global certificado

Fonte: elaboração própria com base nas planilhas de auditoria da revisão (2026).

A matriz por domínio constitui uma auditoria documental dirigida, não um conjunto completo de formulários oficiais. As expressões “possível preocupação”, “alto risco sugerido” e “risco sério sugerido” presentes em versões anteriores não equivalem a julgamentos globais certificados. Para aplicação formal, seriam necessárias todas as respostas sinalizadoras por desfecho, justificadas com o texto integral, protocolos e análises correspondentes.

A.4 Decisão editorial para a entrega

Esta versão reúne síntese descritiva de onze estudos-base candidatos, preserva o recorte de publicação de 2008 a 2026, mantém os estudos com controles históricos e não randomizados em análise separada e exclui Johnson (2020) da síntese de prevenção primária. Os dados não permitiram certificar a cobertura da busca, as etapas históricas do PRISMA nem todos os julgamentos globais. O trabalho pode ser submetido à avaliação da orientação com essas limitações declaradas; não deve ser descrito como revisão sistemática integralmente certificada.[8]

Auditoria editorial de citações e referências (31/10/2026): as 22 referências permanecem em lista única, em ordem alfabética, sem duplicatas detectadas de primeiro autor, ano e DOI. As quatro referências complementares foram adicionadas e conferidas. Os registros históricos LCA-0714 e LCA-0393 foram identificados por seus IDs para preservar a rastreabilidade sem produzir citações bibliográficas incompletas. Conferência independente de dados bibliográficos realizada de forma dirigida; não equivale à validação externa de todos os 22 registros.

APÊNDICE B – DOCUMENTAÇÃO AUDITÁVEL DAS BUSCAS BIBLIOGRÁFICAS

Quadro B1 – Estratégias e resultados documentados por fonte

Base / consulta	Expressão documentada	Resultados exibidos	Exportados	Ressalva / data
PubMed — 2 estratégias	Expressão integral não recuperada	1.298 na exportação consolidada; a consulta menor teve 221 registros, contidos na maior	1.298	Datas e filtros não comprovados; não somar os 221 novamente
BVS — primeira estratégia	Expressão integral não recuperada	17 na exportação disponível	17	Data, filtros e eventual abrangência de outras coleções não comprovados
PEDro — consulta 1	ACL prevention	61	61	Exportação registrada; data e filtros não comprovados
PEDro — consulta 2	anterior cruciate ligament	490	465	25 resultados exibidos não exportados; data e filtros não comprovados
PEDro — consulta 3	neuromuscular training	1.185	0	Consulta exibida, porém sem exportação; não integrar aos registros triados
TOTAL EFETIVAMENTE PROCESSADO	PubMed + BVS + PEDro (consultas 1 e 2)	Não somar interfaces de buscas não exportadas	1.841	126 duplicatas identificadas nas auditorias posteriores; 1.715 registros administrativos após deduplicação

Fonte: elaboração a partir da planilha "Triagem_LCA_atualizada_14102026.xlsx", aba "Buscas_e_pendencias", e dos controles de deduplicação subsequentes. "Resultado exibido" não equivale a registro exportado e triado.

Campos históricos não recuperados: data e horário de execução de cada estratégia; expressões booleanas completas e filtros aplicados em PubMed e BVS; filtros das consultas PEDro; lista nominal dos 25 itens não exportados; arquivo dos 1.185 resultados da busca "neuromuscular training"; comprovação de busca em SciELO. As datas de triagem (13 e 14/10/2026) não foram convertidas em datas de busca. A ausência desses registros não foi preenchida por estimativa.

Procedimento para complementação futura: salvar a consulta reproduzível (expressão integral, campos, filtros e data), preservar o arquivo exportado original e realizar deduplicação adicional antes de nova triagem. Uma nova execução não substitui, nem comprova retrospectivamente, a excused histórica.

APÊNDICE C — VERIFICAÇÃO COMPLEMENTAR DE PROTOCOLOS, DESFECHOS E RISCO DE VIÉS

Auditoria complementar realizada em 31 de outubro de 2026. As informações abaixo decorrem de conferência dirigida de publicações originais, artigos de protocolo e análises secundárias publicamente acessíveis. A ausência de informação na fonte examinada não implica, por si só, ausência do procedimento no estudo. As respostas não constituem julgamentos globais certificados de RoB 2 ou ROBINS-I.

Gilchrist et al. (2008)

Fonte/desfecho: Ensaio randomizado por equipes; 61 equipes e 1.435 atletas completaram o estudo; resultado de lesões sem contato: taxas 0,057 versus 0,189 por 1.000 exposições, p=0,066. A publicação também relata análise de recorrência entre atletas com LCA prévio.

Questões sinalizadoras: RoB 2: randomização por equipes relatada; recrutamento antes/depois da alocação e ocultação da sequência não verificados nesta consulta. Avaliar desvios e exclusões por equipe antes de julgar.

Waldén et al. (2012)

Fonte/desfecho: Protocolo publicado e registro NCT00894595 identificados.

Desfecho primário LCA; definição abrange primeiro episódio e recorrência, ruptura parcial ou total. Resultado 7 versus 14; RR 0,36 (IC95% 0,15–0,85). Os avaliadores médicos do desfecho estavam cegados e a análise foi descrita por intenção de tratar.

Questões sinalizadoras: RoB 2: protocolo e definição prévia do desfecho identificados; cegamento dos médicos e ITT sustentados; comparar protocolo com publicação e esclarecer a sequência de recrutamento relativa à randomização antes de julgamento global.

Fonte consultada: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3342926/ ; https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2711921/

Silvers-Granelli et al. (2017)

Fonte/desfecho: Publicação de ensaio randomizado e desfecho de incidência do LCA identificados. As perdas de equipes e a abordagem analítica já registradas na auditoria exigem rechecagem no fluxograma da publicação.

Questões sinalizadoras: RoB 2: não converter perdas de conglomerados em classificação automática de alto risco; exigir momento, distribuição e razões das perdas e efeito da análise por adesão.

Fonte consultada: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28389864/

FUNBALL — publicação principal (2024) e análise secundária (2025)

Fonte/desfecho: O ensaio FUNBALL foi randomizado por clubes (NCT05137015), com publicação principal em 2024 e análise secundária em 2025; trata-se da mesma amostra, sem duplicação. Embora o desfecho primário original seja o total de lesões, a análise secundária de lesões graves relata expressamente cinco rupturas do ligamento cruzado anterior: uma no grupo intervenção e quatro no grupo controle. Essa informação aparece na seção Resultados da publicação de 2025. Não foi possível confirmar que se tratavam exclusivamente de primeiras lesões, nem demonstrar significância estatística específica de LCA. Os resultados significativos de lesões graves em geral não devem ser extrapolados para LCA isoladamente.[13]

Questões sinalizadoras: RoB 2 para ensaios por conglomerados: randomização por clubes e registro NCT05137015 documentados; coleta realizada por assistentes cegados à alocação segundo a publicação principal. Para julgamento do desfecho LCA, ainda é necessário esclarecer sequência de recrutamento, perdas e dados faltantes, desvios da intervenção, definição prévia e análise estatística específica do LCA, além de comparar protocolo e relatório. Elegibilidade documental para síntese qualitativa de eventos de LCA: SUSTENTADA com ressalvas (1 versus 4, análise secundária); elegibilidade exclusiva para prevenção de PRIMEIRAS lesões: NÃO DETERMINÁVEL.

Westin et al. (2020)

Fonte/desfecho: Estudo controlado com comparação histórica (n=305 intervenção; n=431 controle). O artigo permite separar primeiras lesões: 8 versus 24, dos totais de 12 versus 35 eventos de LCA.

Questões sinalizadoras: ROBINS-I: comparação de temporadas não contemporâneas implica confundimento temporal plausível; verificar mudanças em competição, exposição, assistência e características basais. Não emitir classificação global automática. Fonte consultada: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7739649/

Magoshi et al. (2026)

Fonte/desfecho: Ensaio controlado não randomizado, sete equipes; 115 versus 120 atletas na alocação inicial; 66 versus 62 com três temporadas completas. No subgrupo de três temporadas, LCA sem contato: HR 0,192 (IC95% 0,041–0,896), p=0,036. Contagens absolutas por grupo não identificadas no resumo acessível.

Questões sinalizadoras: ROBINS-I: conferir variáveis basais, alocação por equipe e diferenças na permanência longitudinal; a restrição aos participantes das três temporadas pode induzir seleção. Informação insuficiente para decisão global.

Fonte consultada: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41757625/

Omi et al. (2018)

Fonte/desfecho: Estudo prospectivo de intervenção focada no quadril, com comparação histórica; não há randomização.

Questões sinalizadoras: ROBINS-I: requer comparação entre períodos, confundimento por idade, treinamento, exposição e mudanças assistenciais; desenho histórico por si só não define a categoria de risco global.

Fonte consultada: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29360406/

Estudos sem nova resolução documental específica nesta rodada

LaBella et al. (2011), Achenbach et al. (2018), Barber Foss et al. (2018) e Achenbach et al. (2025): conservam a matriz previamente elaborada; esta rodada não certificou novos julgamentos globais. A verificação adicional do ensaio Achenbach (2025), incluindo desfecho primário mais amplo do joelho, consta do corpo do artigo. Não se deve interpretar a ausência de nova evidência neste apêndice como avaliação concluída.[1,2,4,10]

Decisões de integridade para a síntese qualitativa e o PRISMA

- Os 11 estudos permanecem como base da avaliação qualitativa com elegibilidade qualificada. No FUNBALL, a publicação secundária de 2025 informa cinco rupturas de LCA, uma na intervenção e quatro no controle, permitindo sua descrição no desfecho específico. Ainda não foi comprovado que os eventos correspondam apenas a primeiras lesões ou que a diferença seja estatisticamente significativa para LCA. Não extrapolar resultados de lesões gerais ou graves para eficácia específica sobre LCA.[13]
- Não agregar primeiras lesões, recidivas e lesões contralaterais como se fossem o mesmo desfecho. Em Waldén, os 7 versus 14 representam definição mista; em Westin, 8 versus 24 referem-se a primeiras lesões. Em Magoshi, conservar o HR publicado sem fabricar contagens absolutas.[11,21,22]
- As contagens históricas não documentadas no PRISMA — relatórios buscados, recuperados, avaliados integralmente e excluídos com motivos — permanecem INDISPONÍVEIS. Não atribuir zero nem obter números por diferença entre totais administrativos.
- Os achados documentados são respostas parciais às perguntas sinalizadoras. Os julgamentos globais de RoB 2 e ROBINS-I não são considerados certificados nesta versão.