Fisioter Bras. 2026;27(10):6817-6842
doi: 10.62827/fb.v27i10.1369

REVISÃO

Padrões de Movimento e Fatores Biomecânicos Relacionados ao Risco e à Ocorrência de Lesões Desportivas em Atletas: Revisão integrativa

Movement Patterns and Biomechanical Factors Related to the Risk and Occurrence of Sports Injuries in Athletes: Integrative review

Marília Sales Sequeira[1], Gustavo Henrique Marques Moreno[1]

[1]Centro Universitário Cidade Verde (Unicive), Maringá, PR, Brasil

Recebido em: 22 de Setembro de 2026; Aceito em: 5 de Outubro de 2026.

Correspondência: Gustavo Henrique Marques Moreno, prof_gustavomoreno@unicive.edu.br

Como citar
Sequeira MS, Moreno GHM. Padrões de Movimento e Fatores Biomecânicos Relacionados ao Risco e à Ocorrência de Lesões Desportivas em Atletas: Revisão integrativa. Fisioter Bras. 2026;27(10):6817-6842. doi: 10.62827/fb.v27i10.1369.

Resumo

Objetivo: Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre padrões de movimento e o desenvolvimento de lesões desportivas em atletas, por meio de uma revisão integrativa da literatura. *Métodos:* A busca foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, PEDro e Google Scholar, utilizando descritores relacionados a atletas, lesões esportivas, biomecânica, movimento, marcha e controle motor. Foram incluídos artigos originais publicados entre 2020 e 2025, nos idiomas português e inglês, totalizando 24 estudos após critérios de elegibilidade. *Resultados:* Os resultados evidenciaram que alterações nos padrões de movimento, como o valgo dinâmico de joelho, assimetrias entre membros e déficits de controle neuromuscular, foram identificadas como marcadores biomecânicos e funcionais relacionados ao risco de lesões, especialmente em membros inferiores, embora nem todos os estudos tenham avaliado prospectivamente sua ocorrência. Fatores como fadiga muscular, sobrecarga de treinamento e demandas cognitivas também influenciam negativamente o controle motor e a biomecânica do movimento. Além disso, observou-se que estratégias de avaliação funcional isoladas apresentam limitações, sendo recomendada uma abordagem integrada com testes clínicos, análise biomecânica e uso de tecnologias. Em relação às intervenções, programas baseados em treinamento neuromuscular, fortalecimento muscular e exercícios proprioceptivos apresentaram efeitos favoráveis sobre os desfechos biomecânicos e funcionais relacionados ao risco de lesões, havendo

também evidências de redução da ocorrência de lesões em estudos que avaliaram esse desfecho. *Conclusão:* Conclui-se que as lesões desportivas possuem caráter multifatorial, sendo essencial a análise integrada dos padrões de movimento para identificação precoce de riscos e desenvolvimento de estratégias preventivas eficazes na fisioterapia esportiva.
Palavras-chave: Atletas; Biomecânica; Fisioterapia; Lesões Esportivas.

Abstract

Objetivo: This study aimed to analyze the relationship between movement patterns and the development of sports injuries in athletes through an integrative literature review. *Methods:* The search was conducted in PubMed/MEDLINE, SciELO, PEDro, and Google Scholar using descriptors related to athletes, sports injuries, biomechanics, movement, gait, and motor control. Original articles published between 2020 and 2025 in Portuguese and English were included, totaling 24 studies after the eligibility criteria were applied. *Results:* The findings indicated that alterations in movement patterns, such as dynamic knee valgus, interlimb asymmetries, and deficits in neuromuscular control, were identified as biomechanical and functional markers related to injury risk, particularly in the lower limbs, although not all studies prospectively assessed injury occurrence. Factors such as muscle fatigue, training overload, and cognitive demands also negatively influence motor control and movement biomechanics. Furthermore, isolated functional assessment strategies were found to have limitations, supporting the use of an integrated approach combining clinical tests, biomechanical analysis, and technological resources. Regarding interventions, programs based on neuromuscular training, muscle strengthening, and proprioceptive exercises showed favorable effects on biomechanical and functional outcomes related to injury risk, with evidence of reduced injury occurrence also reported in studies that evaluated this outcome. *Conclusion:* It is concluded that sports injuries are multifactorial, making the integrated analysis of movement patterns essential for early risk identification and the development of effective preventive strategies in sports physiotherapy.
Keywords: Athletes; Biomechanics; Physical Therapy; Athletic Injuries.

Introdução

As lesões desportivas constituem importante problema para a saúde e o desempenho dos atletas, podendo resultar em afastamento dos treinamentos e competições, redução da capacidade funcional e necessidade de reabilitação prolongada. Sua ocorrência relaciona-se às demandas específicas de cada modalidade e à interação entre exposição esportiva, recuperação e características individuais, particularmente em atividades envolvendo movimentos repetitivos, acelerações, desacelerações, saltos, aterrissagens e mudanças de direção [1-2].

A compreensão contemporânea das lesões desportivas ultrapassa relações lineares entre fatores de risco isolados, envolvendo aspectos biomecânicos e neuromusculares, histórico de lesões, carga de treinamento e demandas específicas da modalidade [3]. Nesse contexto, a biomecânica

esportiva permite analisar forças, momentos articulares, alinhamento corporal e estratégias de absorção de carga, cuja interpretação deve considerar a interação entre segmentos corporais, características da tarefa e controle neuromuscular [4].

Entre os padrões frequentemente investigados destaca-se o valgo dinâmico do joelho durante tarefas como saltos, aterrissagens e mudanças de direção, compreendido como componente de uma interação biomecânica e neuromuscular complexa, e não como fator causal isolado [5]. Nesse sentido, a identificação de um padrão biomecânico ou de uma alteração cinemática durante determinada tarefa não implica, isoladamente, que essa característica apresente capacidade preditiva para a ocorrência futura de lesões. A interpretação desses achados deve considerar que marcadores biomecânicos e funcionais podem contribuir para a compreensão dos mecanismos e fatores relacionados ao risco, sem necessariamente permitir a identificação individual de atletas que desenvolverão lesões [6].

Da mesma forma, medidas quantitativas de desempenho podem não identificar déficits funcionais persistentes após reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), tornando relevante a análise da qualidade do movimento durante o processo de retorno ao esporte [7-8].

Fadiga, estresse e demandas cognitivas também podem modificar o controle motor durante situações esportivas, reforçando a natureza dinâmica do risco de lesões [8]. Instrumentos como o Functional Movement Screen (FMS) e testes de salto podem contribuir para a avaliação funcional, porém apresentam limitações quando empregados isoladamente, devendo ser associados à análise da estratégia biomecânica utilizada durante a tarefa [7, 10].

Os avanços tecnológicos também têm ampliado as possibilidades de avaliação, com sistemas tridimensionais e recursos computacionais capazes de complementar a análise fisioterapêutica do movimento [11]. Entretanto, a heterogeneidade dos métodos, populações esportivas e variáveis investigadas dificulta uma compreensão integrada das evidências disponíveis [3]. Nesse contexto, permanece a necessidade de uma síntese que diferencie os padrões biomecânicos e funcionais identificados nos atletas, as evidências que efetivamente os relacionam ao risco ou à ocorrência de lesões e os efeitos das estratégias de avaliação e intervenção descritas na literatura. Essa integração pode contribuir para uma interpretação mais criteriosa dos achados e de sua aplicabilidade à avaliação e à prevenção de lesões no contexto esportivo. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, os padrões de movimento e fatores biomecânicos relacionados ao risco e à ocorrência de lesões desportivas em atletas, considerando aspectos biomecânicos e neuromusculares, bem como estratégias de avaliação funcional e intervenção fisioterapêutica descritas na literatura.

Métodos

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura. A escolha desse método fundamentou-se na necessidade de integrar evidências provenientes de diferentes delineamentos de pesquisa, permitindo analisar conjuntamente fatores biomecânicos e neuromusculares, estratégias de avaliação funcional e intervenções relacionadas às lesões desportivas

em atletas. A amplitude e a heterogeneidade metodológica das evidências pertinentes à questão investigada tornam a revisão integrativa adequada à síntese do conhecimento disponível sobre o fenômeno.

A pergunta norteadora foi: "Quais são as evidências científicas disponíveis sobre padrões de movimento e aspectos biomecânicos e neuromusculares relacionados ao risco e à ocorrência de lesões desportivas em atletas, bem como sobre estratégias de avaliação e intervenção relacionadas à sua prevenção?". Para sua estruturação, utilizou-se a estratégia PICo: P (População) = atletas; I (fenômeno de Interesse) = padrões de movimento e aspectos biomecânicos e neuromusculares; e Co (Contexto) = lesões desportivas, compreendendo estudos que investigaram marcadores e fatores relacionados ao risco, ocorrência de lesões e estratégias de avaliação ou intervenção relacionadas à prevenção.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Physiotherapy Evidence Database (PEDro), complementada pelo Google Scholar. A busca complementar no Google Scholar foi realizada em maio de 2026, utilizando combinações dos mesmos termos e eixos conceituais empregados nas demais bases, com delimitação temporal correspondente ao período de elegibilidade da revisão. A busca recuperou 1.050 registros nessa fonte. Os resultados foram examinados sequencialmente, inicialmente por títulos e resumos, sendo posteriormente avaliados em texto completo aqueles potencialmente elegíveis. A triagem no Google Scholar foi interrompida após a identificação de 25 resultados consecutivos que não atendiam ao escopo e aos critérios de elegibilidade da revisão. Foram utilizados descritores controlados dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e do Medical Subject Headings (MeSH), associados a termos livres e organizados em três blocos conceituais correspondentes à população, ao fenômeno de interesse e ao contexto investigado.

No PubMed/MEDLINE, foram combinados descritores MeSH e termos livres nos campos MeSH Terms e Title/Abstract, utilizando-se a estratégia: ((“Athletes”[MeSH Terms] OR athlete[Title/Abstract] OR sport[Title/Abstract]) AND (“Movement”[Title/Abstract] OR “movement pattern”[Title/Abstract] OR “Gait”[MeSH Terms] OR gait[Title/Abstract] OR “Motor Control”[Title/Abstract] OR “Biomechanical Phenomena”[MeSH Terms] OR biomechanic[Title/Abstract]) AND (“Athletic Injuries”[MeSH Terms] OR “sports injur”[Title/Abstract] OR “sport injur”[Title/Abstract])). Foram delimitadas publicações entre 2020 e 2025, nos idiomas inglês e português.

Na SciELO, a estratégia foi adaptada aos recursos de busca da plataforma, empregando termos em português e inglês correspondentes aos mesmos três eixos conceituais nos campos de título, resumo e palavras-chave: (atleta OR atletas OR athlete OR athletes) AND (movimento OR “padrões de movimento” OR movement OR “movement patterns” OR marcha OR gait OR “controle motor” OR “motor control” OR biomecânica OR biomechanics OR “fenômenos biomecânicos” OR “biomechanical phenomena”) AND (“lesões esportivas” OR “lesões desportivas” OR “lesões em atletas” OR “sports injuries” OR “sport injury” OR “athletic injuries”). Foram consideradas publicações entre 2020 e 2025, nos idiomas português e inglês.

Na PEDro, considerando as características próprias de sua interface de busca, foram realizadas buscas sucessivas por meio da Advanced Search, prioritariamente no campo Abstract &

Title, combinando os termos athlete, sport, movement, movement pattern, gait, motor control, biomechanic e injury. As combinações foram realizadas de modo a preservar os três eixos conceituais da estratégia, com delimitação temporal a partir de 2020. Registros publicados após 2025 não foram considerados elegíveis.

No Google Scholar, utilizado como fonte complementar, a busca foi realizada em maio de 2026, empregando combinações dos mesmos termos e eixos conceituais utilizados nas demais fontes, em português e inglês, com delimitação temporal entre 2020 e 2025. Foram recuperados 1.050 registros nessa fonte. Os resultados foram examinados sequencialmente por títulos e resumos, sendo posteriormente avaliados em texto completo aqueles potencialmente elegíveis. A triagem foi interrompida após a identificação de 25 resultados consecutivos que não atendiam ao escopo e aos critérios de elegibilidade da revisão.

Considerando o caráter multifatorial das lesões desportivas, foram também elegíveis estudos que investigaram fatores de exposição relacionados à ocorrência de lesões, como carga de treinamento e histórico de lesões, desde que contribuíssem para a interpretação integrada dos fatores associados ao risco no contexto esportivo.

Foram elegíveis artigos originais publicados entre 2020 e 2025, nos idiomas português ou inglês, envolvendo atletas ou indivíduos sistematicamente inseridos em modalidades esportivas e que investigassem padrões de movimento ou características biomecânicas e neuromusculares relacionadas ao risco, à ocorrência ou à prevenção de lesões desportivas. Excluíram-se artigos de revisão, estudos de caso, dissertações, teses, trabalhos apresentados exclusivamente em eventos científicos, documentos sem acesso ao texto completo, registros duplicados e estudos sem relação direta entre população, exposição ou desfecho e a pergunta norteadora. Para os estudos potencialmente elegíveis cujo texto completo não estava disponível diretamente nas fontes consultadas, foram realizadas tentativas adicionais de recuperação a partir do DOI e de busca do artigo em sua versão integral. A indisponibilidade do texto completo foi considerada critério de exclusão somente após essas tentativas de recuperação.

A seleção inicial dos estudos foi realizada por um revisor. Durante a revisão metodológica do manuscrito, a elegibilidade dos estudos incluídos foi verificada independentemente por um segundo revisor, mediante reaplicação dos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos. Não foram identificadas divergências quanto à elegibilidade dos estudos incluídos. Os trabalhos potencialmente elegíveis foram recuperados em texto completo e avaliados conforme os critérios estabelecidos, sendo registradas as justificativas das exclusões. Os estudos que atenderam integralmente aos critérios constituíram a amostra final da revisão.

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão foi apresentado em fluxograma elaborado conforme as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), registrando-se os estudos identificados, removidos antes da triagem, excluídos após títulos e resumos, recuperados e avaliados em texto completo, as exclusões com suas respectivas justificativas e o número final de estudos incluídos. Para a extração dos dados, utilizou-se instrumento elaborado pelos autores contendo autoria e ano, delineamento, características da amostra, métodos e instrumentos de avaliação, padrões de

movimento investigados, lesões ou desfechos associados e principais resultados.

Durante a revisão metodológica do manuscrito, foi incorporada a avaliação crítica da qualidade metodológica dos 24 estudos incluídos, utilizando-se os instrumentos de avaliação crítica do Joanna Briggs Institute (JBI), selecionados de acordo com o delineamento de cada estudo. Foram empregados os checklists específicos correspondentes aos desenhos metodológicos identificados na amostra, com análise individual dos critérios previstos em cada instrumento. As respostas foram classificadas conforme as categorias estabelecidas pelo JBI (Yes, No, Unclear e Not applicable), considerando-se os domínios pertinentes a cada delineamento. A avaliação crítica foi utilizada para identificar potencialidades e limitações metodológicas dos estudos e subsidiar a interpretação da consistência das evidências, não sendo empregada como critério adicional de exclusão. Os achados foram submetidos à análise descritiva e interpretativa e agrupados segundo similaridade temática.

Para a organização da síntese dos resultados, os estudos foram distribuídos em três eixos temáticos: (1) padrões de movimento e alterações biomecânicas ou funcionais relacionadas ao risco ou à ocorrência de lesões desportivas; (2) fatores biomecânicos e neuromusculares relacionados ao risco ou à ocorrência de lesões; e (3) estratégias de avaliação funcional e intervenções fisioterapêuticas relacionadas à prevenção de lesões desportivas. A classificação foi realizada considerando-se o objetivo principal, o tipo de exposição ou intervenção investigada e o desfecho predominante de cada estudo. Quando um estudo apresentava resultados pertinentes a mais de um eixo, sua alocação principal foi definida pelo objetivo e pelo desfecho primário, podendo seus achados secundários ser considerados na discussão de outros eixos, sem duplicação do estudo nos quadros de síntese. Foram consideradas convergências as evidências que apresentaram achados consistentes entre estudos que investigaram fenômenos comparáveis; divergências, os resultados distintos ou contraditórios observados entre estudos com questões ou desfechos semelhantes; e lacunas, os aspectos relevantes para a pergunta da revisão que apresentaram evidência limitada, ausência de avaliação prospectiva ou número reduzido de estudos. Essa organização teve finalidade descritiva e interpretativa, não correspondendo a uma síntese quantitativa ou metanálise.

Figura 1 - Fluxograma do processo de identificação e seleção dos estudos da revisão integrativa, adaptado do PRISMA 2020.

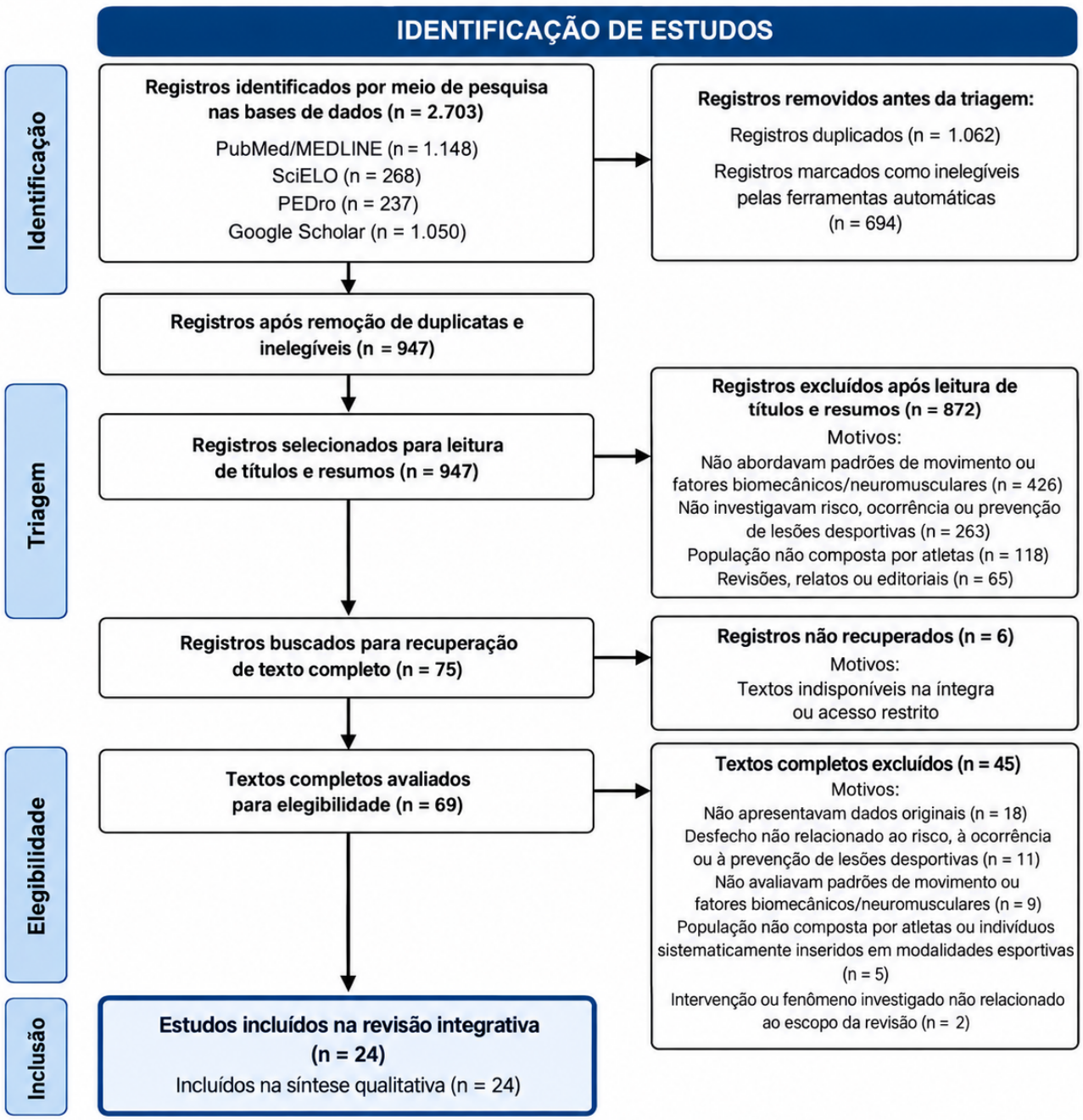


Figura 1 – *Fluxograma do processo de identificação e seleção dos estudos da revisão integrativa, adaptado do PRISMA 2020.*

Nota: O fluxograma foi elaborado de acordo com o Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020.

Fonte: os autores.

Resultados

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e a conclusão das etapas de identificação, triagem e avaliação dos textos completos, 24 estudos compuseram a amostra final desta revisão integrativa. Os trabalhos selecionados apresentaram heterogeneidade metodológica, incluindo estudos observacionais, transversais, coortes prospectivas e retrospectivas, estudos experimentais e quase-experimentais, além de ensaios clínicos controlados e randomizados. Essa diversidade de delineamentos foi considerada na interpretação conjunta dos resultados, uma vez que os estudos diferem quanto à temporalidade, ao controle de fatores de confusão e à capacidade de estabelecer relações entre exposição e desfecho. Assim, associações identificadas em estudos transversais foram interpretadas como evidências de relação entre variáveis, sem atribuição de caráter preditivo ou causal; achados provenientes de coortes permitiram considerar a relação temporal entre exposição e ocorrência de lesões; e os efeitos observados em estudos experimentais foram interpretados de acordo com o grau de controle metodológico e com a natureza dos desfechos avaliados. Dessa forma, a síntese priorizou a convergência dos achados, respeitando a força inferencial e as limitações próprias de cada delineamento.

Quadro 1 – *Padrões de movimento e alterações biomecânicas ou funcionais relacionados ao risco ou à ocorrência de lesões desportivas em atletas.*

Autor/Ano	Delineamento	Amostra	Método/Avaliação	Padrão de movimento	Natureza do Desfecho	Principais achados
Della Villa et al., 2020 [12]	Observacional (vídeo-análise)	134 jogadores profissionais de futebol	Análise sistemática de vídeos de jogo de situações reais de lesão	Desaceleração, apoio unipodal, valgo dinâmico e colapso postural	Lesão observada – lesão do ligamento cruzado anterior (LCA)	A análise de 134 lesões de LCA previamente registradas identificou predomínio de mecanismos sem contato e padrões biomecânicos recorrentes, incluindo carga em valgo do joelho durante situações de pressing/tackling, recuperação do equilíbrio e aterrissagem.
Zebis et al., 2022 [13]	Coorte prospectiva	Jogadoras adolescentes de futebol	Avaliação biomecânica e neuromuscular pré-temporada com seguimento prospectivo	Controle deficitário do joelho e do quadril durante tarefas funcionais	Lesão observada – primeira lesão do ligamento cruzado anterior (LCA)	Foram identificados fatores modificáveis relacionados à mecânica dos membros inferiores e ao controle neuromuscular, associados ao risco de primeira lesão do LCA.

Fisioterapia Brasil 2026;27(10):6817-6842

Chen et al., 2022 [14]	Experimental	Atletas submetidos a protocolos de aterrissagem	Análise cinética e cinemática de diferentes formas de aterrissagem	Mecânica de aterrissagem e absorção de carga	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões ligamentares do joelho, especialmente LCA	As estratégias de aterrissagem apresentaram diferenças principalmente no plano sagital, sem alterações significativas no valgo do joelho ou nas forças estimadas sobre o LCA, evidenciando a influência do tipo de tarefa sobre a biomecânica da aterrissagem.
Wilczyński et al., 2022 [15]	Observacional	43 jovens jogadores de futebol	Testes funcionais de triagem associados à análise do joelho em tarefas unipodais	Valgo dinâmico durante tarefas de apoio único	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões de joelho por sobrecarga ou instabilidade	Os testes de triagem apresentaram associação com o valgo dinâmico em tarefas funcionais, indicando sua utilidade na identificação de alterações do padrão de movimento quando integrados à avaliação clínica.

Zamankhanpour et al., 2023 [16]	Experimental	Mulheres atletas com e sem valgo dinâmico	Análise de salto e aterrissagem em condição simples e dupla tarefa	Valgo dinâmico sob demanda cognitiva	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões de joelho sem contato	A dupla tarefa cognitiva modificou a biomecânica da aterrissagem, com alterações no controle do joelho e na estabilidade postural, evidenciando a influência da demanda cognitiva sobre o padrão de movimento.
Nakahira et al., 2022 [17]	Estudo laboratorial controlado	Atletas submetidos a tarefa de stop-jump unipodal	Análise cinemática comparando membro dominante e não dominante	Assimetria intermembros em desaceleração e salto	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões gerais de membros inferiores	O membro não dominante apresentou maior valgo do joelho no contato inicial durante o single-leg drop vertical jump, evidenciando diferenças cinemáticas relacionadas à dominância do membro.

Fisioterapia Brasil 2026;27(10):6817-6842

Kotsifaki et al., 2022a [8]	Observacional transversal	Atletas após reconstrução do LCA em fase de retorno	Teste de hop unipodal com análise biomecânica detalhada	Assimetria mascarada por desempenho de distância	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – reinjúria e persistência de déficit funcional	A simetria de distância no hop test pode mascarar déficits biomecânicos entre os membros, indicando que desempenho aparentemente simétrico não representa necessariamente recuperação funcional completa.
Di Paolo et al., 2022 [7]	Observacional	Atletas em processo de retorno ao esporte	Avaliação qualitativa do single-leg hop associada ao desempenho	Qualidade do movimento durante salto unipodal	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – nova lesão	A análise qualitativa 2D do single-leg hop identificou diferenças na qualidade da aterrissagem, com maiores forças de reação do solo nos atletas com pior desempenho qualitativo.

Fonte: os autores.

Quadro 2 – *Fatores biomecânicos e neuromusculares relacionados à ocorrência de lesões desportivas em atletas.*

Autor/Ano	Delineamento	Amostra	Método/Avaliação	Padrão de movimento	Natureza do Desfecho	Principais achados
Dos'Santos et al., 2021b [4]	Intervenção controlada, não randomizada	Atletas submetidos a testes de mudança de direção	Avaliação biomecânica de manobras de corte	Carga articular elevada em movimentos de corte	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões de joelho sem contato	Algumas estratégias de mudança de direção associadas a melhor desempenho também apresentaram maiores cargas articulares no joelho, evidenciando um possível conflito entre desempenho e risco biomecânico de lesão do LCA.
Auer et al., 2021 [9]	Experimental	Atletas realizando mudança de direção sob estresse mental	Análise musculoesquelética durante tarefa esportiva com demanda psicológica	Alteração motora sob estresse	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões gerais de membros inferiores	O estresse mental reduziu o desempenho e modificou as respostas musculoesqueléticas durante tarefas específicas do futebol, com variabilidade individual entre os atletas.

Fisioterapia Brasil 2026;27(10):6817-6842

Alanazi et al., 2021 [18]	Quase experimental	36 jogadores de futebol: 18 após reconstrução do LCA e 18 controles sem lesão	Avaliação cinemática, cinética e eletromiográfica da aterrissagem antes e após exercício de alta intensidade (teste de Wingate)	Alterações biomecânicas da aterrissagem após exercício de alta intensidade	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – retorno ao esporte após reconstrução do LCA	Após exercício de alta intensidade, observaram-se alterações na cinemática, nos momentos articulares e na ativação do quadríceps durante a aterrissagem, sem diferenças significativas entre atletas após reconstrução do LCA e controles.
Nusbickel et al., 2022 [19]	Observacional retrospectivo	14.461 atletas do ensino médio, provenientes de 12 programas esportivos	Análise dos registros dos departamentos de treinamento esportivo, considerando histórico de concussão e ocorrência de lesão musculoesquelética subsequente em até 365 dias	Possíveis déficits neuromusculares residuais após concussão	Risco de lesão – lesões musculoesqueléticas subsequentes	Histórico de concussão associou-se a maior chance de lesão musculoesquelética subsequente (OR = 1,67), evidenciando um fator clínico associado ao risco em uma perspectiva multifatorial.

Alghadir et al., 2020 [20]	Observacional comparativo	80 atletas, sendo 40 com entorse crônica de tornozelo e 40 controles saudáveis	Avaliação da dor, amplitude de movimento do tornozelo, propriocepção e equilíbrio estático e dinâmico	Déficit proprioceptivo e de equilíbrio associados à instabilidade funcional	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – entorse crônica de tornozelo	Atletas com entorse crônica do tornozelo apresentaram déficits de propriocepção e equilíbrio estático e dinâmico, sem diferenças significativas na amplitude de movimento ativa.
Mustapich; Koehle, 2021 [21]	Coorte prospectiva	Jogadores universitários masculinos de hóquei no gelo acompanhados durante uma temporada	Monitoramento da carga de treinamento em cada sessão no gelo, por percepção subjetiva de esforço × duração da sessão, além do registro de estresse não relacionado ao treinamento e ocorrência de lesões	Não avaliado diretamente; exposição à carga cumulativa de treinamento	Lesão observada – lesões esportivas com perda ou modificação da participação em treino ou competição	Maior carga cumulativa nos dois dias anteriores associou-se à maior ocorrência de lesões, caracterizando a carga de treinamento como fator de exposição complementar.

Kotsifaki et al., 2022b [22]	Observacional	Atletas do sexo masculino após reconstrução do LCA	Salto vertical unipodal no retorno ao esporte	Déficit funcional do joelho durante tarefa explosiva	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – persistência de déficit pós-lesão	O salto vertical unipodal identificou déficits funcionais do joelho não totalmente detectados por testes mais simples, destacando sua utilidade na avaliação do retorno ao esporte.
Kotsifaki et al., 2023 [23]	Observacional	Atletas após reconstrução do LCA	Testes de salto vertical e hop com análise de simetria	Simetria aparente versus qualidade biomecânica real	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – retorno incompleto ao esporte	Medidas de simetria aparentemente adequadas podem coexistir com diferenças na estratégia de movimento, reforçando a necessidade de avaliação biomecânica e neuromuscular no retorno ao esporte.

Fonte: os autores.

Quadro 3 – *Estratégias de avaliação e intervenções relacionadas à prevenção de lesões desportivas.*

Autor/Ano	Delineamento	Amostra	Método/Avaliação	Padrão de movimento	Natureza do Desfecho	Principais achados
Howell et al., 2022 [24]	Ensaio clínico randomizado	Atletas após concussão	Programa de treinamento neuromuscular por 8 semanas com seguimento de 1 ano	Melhora do controle motor e da estabilidade funcional	Lesão observada – redução da ocorrência de lesões subsequentes	O treinamento neuromuscular pós-concussão reduziu lesões subsequentes em um ano, com ocorrência de 36% no grupo intervenção versus 75% no cuidado habitual, que apresentou risco 3,56 vezes maior de lesão.
Ling et al., 2023 [25]	Ensaio controlado	Atletas do ensino médio, homens e mulheres	Treinamento neuromuscular voltado ao desempenho físico	Aprimoramento do padrão funcional em tarefas esportivas	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões gerais	Os participantes apresentaram melhora do desempenho físico e do controle funcional após a intervenção, indicando efeitos positivos do treinamento neuromuscular.
Shams et al., 2022 [26]	Ensaio clínico controlado	48 mulheres fisicamente ativas com valgo dinâmico do joelho	Exercícios pliométricos associados a feedback de controle em valgo e taping	Qualidade da aterrissagem e controle neuromuscular	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesão de LCA	O treinamento pliométrico associado a feedback ou taping melhorou o LESS e a ativação muscular, enquanto o taping também favoreceu o senso de posição articular.

Fisioterapia Brasil 2026;27(10):6817-6842

Wu et al., 2022 [27]	Ensaio clínico	Jovens atletas de voleibol	Aplicação de dynamic taping com avaliação de aterrissagem	Aterrissagem com melhor alinhamento	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões de joelho relacionadas ao salto	O dynamic taping melhorou a biomecânica da aterrissagem, reduzindo erros no LESS e favorecendo parâmetros relacionados à estabilidade do joelho.
Herman et al., 2022 [28]	Estudo de coorte	Adolescentes do sexo feminino	Treinamento de força com reavaliação da aterrissagem	Melhora da mecânica de salto e aterrissagem	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões de joelho	O treinamento de força por seis meses aumentou a força dos membros inferiores e melhorou a biomecânica da aterrissagem, com redução dos escores do LESS.
Lashien et al., 2024 [29]	Ensaio clínico randomizado	Corredores com síndrome do estresse tibial medial	Treinamento dos abdutores do quadril com medidas de queda pélvica e valgo	Controle proximal do quadril e do joelho	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – síndrome do estresse tibial medial	O fortalecimento dos abdutores reduziu a queda pélvica e o valgo do joelho, indicando melhora do controle proximal. O estudo apoia a ideia de que correções no quadril repercutem em padrões lesivos distais.

Turner et al., 2024 [30]	Experimental	Atletas em testes comuns de retorno ao esporte	Sistema markerless de baixo custo para análise cinemática	Identificação objetiva do padrão de movimento	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – lesões gerais de membros inferiores	O sistema sem marcadores mostrou potencial para avaliar cinemática dos membros inferiores em ambiente mais acessível. Isso amplia as possibilidades de rastreamento funcional e acompanhamento clínico com menor custo operacional.
Laupattarakasem et al., 2024 [31]	Experimental	Atletas avaliados antes de lesão	Sistema markerless para detectar diferenças funcionais pré-lesão	Detecção precoce de padrões disfuncionais	Marcador biomecânico/ funcional relacionado ao risco – predição de lesões	O estudo mostrou que sistemas markerless podem identificar diferenças funcionais anteriores à lesão, sugerindo utilidade para rastreamento preventivo. Trata-se de uma estratégia promissora para integrar tecnologia, avaliação funcional e prevenção.

Fonte: os autores.

A avaliação crítica dos estudos incluídos, realizada por meio dos instrumentos JBI específicos para cada delineamento, evidenciou qualidade metodológica predominantemente moderada a alta, conforme apresentado na Tabela 1.

Fisioterapia Brasil 2026;27(10):6817-6842

Tabela 1 – *Síntese da avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos.*

Estudos	Delineamento	Instrumento JBI	Síntese da avaliação crítica
Della Villa et al.; Wilczyński et al.; Nakahira et al.; Kotsifaki et al. 2022a; Di Paolo et al.; Alghadir et al.; Kotsifaki et al. 2022b; Kotsifaki et al. 2023	Observacionais/transversais	JBI – Analytical Cross-Sectional Studies	Predomínio de critérios metodológicos atendidos; limitações principalmente quanto à temporalidade e ao controle de confundidores.
Zebis et al.; Nusbickel et al.; Mustapich & Koehle; Herman et al.; Laupattarakasem et al.	Coortes/longitudinais	JBI – Cohort Studies	Adequação geral dos critérios de seguimento e mensuração; limitações relacionadas principalmente ao controle de confundidores e às perdas/ seguimento, quando aplicáveis.
Chen et al.; Zamankhanpour et al.; Dos'Santos et al.; Auer et al.; Alanazi et al.; Ling et al.; Shams et al.; Wu et al.	Experimentais/quase-experimentais	JBI – Quasi-Experimental Studies	Predomínio de critérios atendidos; limitações relacionadas principalmente à ausência de randomização e/ ou grupo controle e ao uso de desfechos intermediários.
Howell et al.; Lashien et al.	Ensaios clínicos randomizados	JBI – Randomized Controlled Trials	Maior controle metodológico, com randomização e comparação entre grupos; limitações pontuais relacionadas ao cegamento e/ou natureza das intervenções.
Turner et al.	Estudo de validação	Instrumento JBI correspondente ao delineamento	Adequação metodológica para avaliação da validade/ concordância do instrumento, sem finalidade de estabelecer associação prospectiva com ocorrência de lesões.

Nota: A avaliação foi realizada por meio dos instrumentos JBI correspondentes aos diferentes delineamentos, considerando individualmente os domínios metodológicos aplicáveis. Não foi empregado escore global ou ponto de corte para classificação da qualidade metodológica.

Fonte: os autores.

Discussão

Padrões de movimento e risco de lesões desportivas

Os achados desta revisão evidenciam que alterações nos padrões de movimento, especialmente relacionadas ao alinhamento articular e ao controle neuromuscular, estão associadas às lesões desportivas. O valgo dinâmico do joelho, caracterizado por alterações envolvendo os segmentos do membro inferior, apresenta relação com mecanismos de lesões ligamentares, sobretudo do ligamento cruzado anterior (LCA) [12]. Análises realizadas em situações esportivas reais demonstram ainda que essas lesões frequentemente ocorrem durante ações dinâmicas e imprevisíveis, indicando que o risco não depende exclusivamente de alterações biomecânicas isoladas, mas também da capacidade de resposta neuromuscular às demandas do ambiente [12].

As assimetrias entre membros também devem ser consideradas. Autores identificaram diferenças cinemáticas entre os membros dominante e não dominante durante o single-leg drop vertical jump, demonstrando a relevância da avaliação bilateral [17]. Paralelamente, demandas cognitivas podem modificar a biomecânica da aterrissagem e comprometer o controle postural [16], enquanto padrões técnicos inadequados durante mudanças rápidas de direção, como o cutting, podem aumentar as cargas relacionadas ao risco de lesões do LCA [32]. Esses resultados reforçam a necessidade de compreender o movimento esportivo de maneira multifatorial e contextualizada.

Instrumentos como o Functional Movement Screen (FMS) podem contribuir para a avaliação dos padrões fundamentais de movimento, porém apresentam limitações quando utilizados isoladamente para predizer lesões. Miyamori *et al.* observaram sensibilidade e especificidade insuficientes dos escores compostos do FMS para essa finalidade [10]. Assim, sua utilização deve integrar uma avaliação mais ampla, envolvendo força, equilíbrio, controle neuromuscular, análise biomecânica, histórico clínico e demandas específicas da modalidade esportiva.

Fatores biomecânicos e neuromusculares associados às lesões

Mudanças de direção impõem elevadas cargas articulares, especialmente sobre o joelho, constituindo importante mecanismo relacionado às lesões sem contato [33]. O comportamento biomecânico também pode ser modificado pelas condições fisiológicas do atleta. Alanazi *et al.* identificaram alterações cinemáticas, cinéticas e eletromiográficas durante a aterrissagem após exercício de alta intensidade, demonstrando que o esforço pode modificar as estratégias utilizadas durante tarefas funcionais [18].

Alterações sensório-motoras também estão relacionadas ao risco e à funcionalidade esportiva. Atletas com histórico de entorse crônica do tornozelo podem apresentar déficits de propriocepção e equilíbrio estático e dinâmico [20]. Da mesma forma, maiores cargas cumulativas de treinamento podem estar associadas à ocorrência de lesões, destacando a importância do monitoramento individual das demandas esportivas e da recuperação do atleta [21].

Nesse contexto, as lesões desportivas devem ser compreendidas como fenômenos multifatoriais e dinâmicos, resultantes da interação entre fatores biomecânicos, neuromotores, fisiológicos e psicocomportamentais. Aspectos como carga de treinamento, fadiga, recuperação, demandas

cognitivas e histórico de lesões podem modificar o comportamento funcional do atleta, tornando inadequada a interpretação da biomecânica como causa isolada. A avaliação fisioterapêutica deve, portanto, compreender o movimento como resultado da interação entre diferentes sistemas e das demandas específicas impostas pelo esporte.

Estratégias de avaliação e intervenções na prevenção de lesões

Programas direcionados ao controle neuromuscular e aos déficits biomecânicos demonstraram resultados relevantes. Howell *et al.* observaram redução do risco de lesões subsequentes após treinamento neuromuscular em atletas jovens pós-concussão [24], enquanto Lashien *et al.* demonstraram redução da queda pélvica contralateral e do valgo dinâmico após treinamento dos abdutores do quadril [29]. Intervenções pliométricas associadas a feedback ou taping também produziram efeitos positivos sobre a qualidade da aterrissagem e o controle neuromuscular [26], enquanto taping e treinamento de força estiveram associados à melhora da biomecânica durante tarefas funcionais [27-28].

Como contextualização complementar aos achados da revisão, evidências externas aos estudos incluídos sugerem que a combinação de exercícios multiarticulares e monoarticulares pode contribuir para programas de treinamento e reabilitação, integrando demandas funcionais globais e intervenções direcionadas a déficits musculares específicos. A aplicação dessas estratégias deve considerar as necessidades individuais do atleta [34].

Os recursos tecnológicos ampliam igualmente as possibilidades de avaliação. Sistemas de captura de movimento sem marcadores, como o OpenCap, permitem mensuração tridimensional da cinemática por meio de dispositivos móveis. Turner *et al.* demonstraram concordância desse sistema com métodos baseados em marcadores para determinadas variáveis dos membros inferiores, indicando potencial para ampliar a acessibilidade à análise biomecânica, embora suas limitações devam ser consideradas [30].

Programas preventivos multicomponentes também apresentam resultados promissores, especialmente quando integram diferentes componentes do desempenho esportivo [35]. Assim, a análise dos padrões de movimento e a prevenção de lesões devem ultrapassar a identificação isolada de alterações biomecânicas, integrando controle neuromuscular, características funcionais, demandas da modalidade e particularidades individuais do atleta. Nesse cenário, o fisioterapeuta assume papel relevante na interpretação clínica desses fatores e na elaboração de estratégias individualizadas de prevenção, reabilitação e retorno ao esporte.

Como limitações, destacam-se a heterogeneidade metodológica e populacional dos estudos incluídos, a diversidade dos instrumentos de avaliação, a predominância de investigações envolvendo membros inferiores e a heterogeneidade dos desfechos analisados, que incluíram ocorrência de lesões, marcadores biomecânicos e funcionais e fatores associados ao risco. A avaliação crítica pelo JBI evidenciou limitações metodológicas distintas entre os delineamentos, que, juntamente com a heterogeneidade dos desfechos, restringem a comparabilidade direta entre os estudos e a força das inferências da síntese. Estudos futuros devem priorizar delineamentos prospectivos e experimentais robustos, maior padronização dos métodos de avaliação e distinção clara entre marcadores relacionados ao risco e ocorrência efetiva de lesões.

Conclusão

A presente revisão integrativa permitiu analisar a relação entre os padrões de movimento e o desenvolvimento de lesões desportivas em atletas, evidenciando que sua ocorrência apresenta caráter multifatorial e resulta da interação entre aspectos biomecânicos, neuromusculares, funcionais e contextuais. Alterações como valgo dinâmico do joelho, assimetrias entre membros e déficits de controle motor foram identificadas como marcadores biomecânicos e funcionais relacionados ao risco de lesões, especialmente nos membros inferiores, sem que possam ser interpretadas isoladamente como preditores independentes ou fatores causais, reforçando a importância da análise do movimento em tarefas dinâmicas e específicas da modalidade esportiva.

Os achados também demonstraram que fatores como fadiga, carga de treinamento, propriocepção e demandas cognitivas podem interferir no controle neuromuscular e modificar a resposta biomecânica do atleta. Nesse contexto, avaliações funcionais isoladas apresentam limitações, sendo mais adequada uma abordagem integrada que associe testes clínicos, análise biomecânica e, quando disponíveis, recursos tecnológicos. Da mesma forma, estratégias preventivas envolvendo treinamento neuromuscular, fortalecimento, propriocepção, feedback e exercícios direcionados às demandas funcionais do atleta apresentam potencial para modificar fatores relacionados ao risco de lesões.

Dessa forma, a atuação fisioterapêutica na prevenção de lesões desportivas deve considerar o atleta de maneira individualizada, evitando interpretações determinísticas baseadas exclusivamente em um padrão de movimento ou resultado de teste. A integração entre avaliação funcional, características biomecânicas, controle neuromuscular e demandas específicas da modalidade pode contribuir para o planejamento de intervenções preventivas e para decisões mais fundamentadas durante a reabilitação e o retorno ao esporte.

Declaração de Uso de Inteligência Artificial

Em conformidade com a Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026, que institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq, especialmente o disposto no art. 9º, inciso I, acerca da utilização de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (IAG), declara-se o uso do ChatGPT (OpenAI) como ferramenta auxiliar na revisão linguística, organização textual e aprimoramento da clareza e coesão do manuscrito. A ferramenta não foi utilizada para substituir a análise crítica dos autores, a seleção dos estudos ou a interpretação científica dos resultados. Todo o conteúdo produzido com auxílio da ferramenta foi revisado e validado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pela versão final do trabalho.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Fonte de Financiamento

Não houve financiamento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Sequeira MS, Moreno GHM; Redação do manuscrito: Sequeira MS, Moreno GHM; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Sequeira MS, Moreno GHM.

Referências

1. Bisciotti GN, Chamari K, Cena E, Bisciotti AN, Bisciotti AL, Corsini A, et al. Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59(10):1724-1738. doi: 10.23736/S0022-4707.19.09563-X.

2. Ekstrand J, Spreco A, Bengtsson H, Bahr R. Injury rates decreased in men's professional football: an 18-year prospective cohort study of almost 12 000 injuries sustained during 1.8 million hours of play. Br J Sports Med. 2021;55(19):1084-1091. doi: 10.1136/bjsports-2020-103159.

3. Verhagen E, Bolling C, Finch CF. Injury prevention is non-linear and dynamic: time for a new paradigm. Br J Sports Med. 2021;55(11):582-583. doi: 10.1136/bjsports-2020-103303.

4. Dos'Santos T, Thomas C, Comfort P, Jones PA. Biomechanical effects of a 6-week change-of-direction technique modification intervention on anterior cruciate ligament injury risk. J Strength Cond Res. 2021;35(8):2133-2144. doi: 10.1519/JSC.0000000000004075.

5. de Almeida YLM, Matos MRDA, Pereira Neto PP. Correlação do valgo dinâmico do joelho com a fraqueza do complexo póstero-lateral do quadril. Rev Cathedral. 2023;5(1):24-35.

6. Bahr R. Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will…: a critical review. Br J Sports Med. 2016;50(13):776-780. doi:10.1136/bjsports-2016-096256.

7. Di Paolo S, Zaffagnini S, Tosarelli F, Grassi A, Della Villa F. Beyond distance: a simple qualitative assessment of the single-leg hop test in return-to-play testing. Sports Health. 2022;14(6):906-911. doi: 10.1177/19417381211063450.

8. Kotsifaki A, Van Rossom S, Whiteley R, Korakakis V, Bahr R, Sideris V, et al. Single leg vertical jump performance identifies knee function deficits at return to sport after ACL reconstruction in male athletes. Br J Sports Med. 2022;56(9):490-498. doi: 10.1136/bjsports-2021-104692.

9. Auer S, Kubowitsch S, Süss F, Renkawitz T, Krutsch W, Dendorfer S. Mental stress reduces performance and changes musculoskeletal loading in football-related movements. Sci Med Footb. 2021;5(4):323-329. doi: 10.1080/24733938.2020.1860253.

10. Miyamori T, Nagao M, Shimasaki Y, Okazaki T, Akiyoshi N, Nishio H, et al. Reliability assessment of the functional movement screen for predicting injury risk in Japanese college soccer players. J Phys Ther Sci. 2020;32(12):850-855. doi: 10.1589/jpts.32.850.

11. Oliveira AS, Vette EF, Silva ER, Nunes HVS, Souza SS, Abreu JRG. Avaliação tridimensional do movimento: uma ferramenta para os fisioterapeutas. Práxis Saúde. 2023;1(1):1-13. doi: 10.56579/prxis.v1i1.1228.

12. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, Nabiuzzi A, Tosarelli F, Zaffagnini S, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. Br J Sports Med. 2020;54(23):1423-1432. doi: 10.1136/bjsports-2019-101247.

13. Zebis MK, Aagaard P, Andersen LL, Hölmich P, Clausen MB, Brandt M, et al. First-time anterior cruciate ligament injury in adolescent female elite athletes: a prospective cohort study to identify modifiable risk factors. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2022;30(4):1341-1351. doi: 10.1007/s00167-021-06595-8.

14. Chen L, Jiang Z, Yang C, Cheng R, Zheng S, Qian J. Effect of different landing actions on knee joint biomechanics of female college athletes: based on OpenSim simulation. Front Bioeng Biotechnol. 2022;10:899799. doi: 10.3389/fbioe.2022.899799.

15. Wilczyński B, Radzimiński U, Sobierajska-Rek A, Zorena K. Association between selected screening tests and knee alignment in single-leg tasks among young football players. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(11):6719. doi: 10.3390/ijerph19116719.

16. Zamankhanpour M, Sheikhhoseini R, Letafatkar A, Piri H, Asadi Melerdi S, Abdollahi S. The effect of dual-task on jump landing kinematics and kinetics in female athletes with or without dynamic knee valgus. Sci Rep. 2023;13(1):14305. doi: 10.1038/s41598-023-41648-7.

17. Nakahira Y, Taketomi S, Kawaguchi K, Mizutani Y, Hasegawa M, Ito C, et al. Kinematic differences between the dominant and nondominant legs during a single-leg drop vertical jump in female soccer players. Am J Sports Med. 2022;50(10):2817-2823. doi: 10.1177/03635465221107388.

18. Alanazi AD, Mitchell K, Roddey T, Alenazi AM, Alzhrani MM, Almansour AM, et al. The effects of a high-intensity exercise bout on landing biomechanics post anterior cruciate ligament reconstruction: a quasi-experimental study. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2021;13(1):36. doi: 10.1186/s13102-021-00263-7.

19. Nusbickel AJ, Vasilopoulos T, Zapf AD, Tripp BL, Herman DC. The effect of concussion on subsequent musculoskeletal injury risk in high school athletes. PM R. 2022;14(5):597-603. doi: 10.1002/pmrj.12828.

20. Alghadir AH, Iqbal ZA, Iqbal A, Ahmed H, Ramteke SU. Effect of chronic ankle sprain on pain, range of motion, proprioception, and balance among athletes. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(15):5318. doi: 10.3390/ijerph17155318.

21. Mustapich CKW, Koehle MS. Effects of training load and non-training stress on injury risk in collegiate ice hockey players. Transl Sports Med. 2021;4(6):931-936. doi: 10.1002/tsm2.297.

22. Kotsifaki A, Van Rossom S, Whiteley R, Korakakis V, Bahr R, Sideris V, et al. Symmetry in triple hop distance hides asymmetries in knee function after ACL reconstruction in athletes at return to sports. Am J Sports Med. 2022;50(2):441-450. doi: 10.1177/03635465211063192.

23. Kotsifaki R, Sideris V, King E, Bahr R, Whiteley R. Performance and symmetry measures during vertical jump testing at return to sport after ACL reconstruction. Br J Sports Med. 2023;57(20):1304-1310. doi: 10.1136/bjsports-2022-106588.

24. Howell DR, Seehusen CN, Carry PM, Walker GA, Reinking SE, Wilson JC. An 8-week neuromuscular training program after concussion reduces 1-year subsequent injury risk: a randomized clinical trial. Am J Sports Med. 2022;50(4):1120-1129. doi: 10.1177/03635465211069372.

25. Ling DI, Janosky J, Schneider B, Russomano J, Boyle C, Kinderknecht J, et al. A controlled trial of the effects of neuromuscular training on physical performance in male and female high school athletes. Sports Health. 2023;15(3):386-396. doi: 10.1177/19417381221089917.

26. Shams F, Hadadnezhad M, Letafatkar A, Hogg J. Valgus control feedback and taping improves the effects of plyometric exercises in women with dynamic knee valgus. Sports Health. 2022;14(5):747-757. doi: 10.1177/19417381211049805.

27. Wu CK, Lin YC, Lai CP, Wang HP, Hsieh TH. Dynamic taping improves landing biomechanics in young volleyball athletes. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(20):13716. doi: 10.3390/ijerph192013716.

28. Herman DC, Pritchard KA, Cosby NL, Selkow NM. Effect of strength training on jump-landing biomechanics in adolescent females. Sports Health. 2022;14(1):69-76. doi: 10.1177/19417381211056089.

29. Lashien SA, Abdelnaeem AO, Gomaa EF. Effect of hip abductors training on pelvic drop and knee valgus in runners with medial tibial stress syndrome: a randomized controlled trial. J Orthop Surg Res. 2024;19(1):700. doi: 10.1186/s13018-024-05139-3.

30. Turner JA, Chaaban CR, Padua DA. Validation of OpenCap: a low-cost markerless motion capture system for lower-extremity kinematics during return-to-sport tasks. J Biomech. 2024;171:112200. doi: 10.1016/j.jbiomech.2024.112200.

31. Laupattarakasem P, Cook JL, Stannard JP, Smith PA, Blecha KM, Guess TM, et al. Using a markerless motion capture system to identify preinjury differences in functional assessments. J Knee Surg. 2024;37(8):570-576. doi: 10.1055/s-0043-1772238.

32. Mausehund L, Krosshaug T. Knee biomechanics during cutting maneuvers and secondary ACL injury risk: a prospective cohort study of knee biomechanics in 756 female elite handball and soccer players. Am J Sports Med. 2024;52(5):1209-1219. doi: 10.1177/03635465241234255.

33. Dos'Santos T, Thomas C, McBurnie A, Comfort P, Jones PA. Biomechanical determinants of performance and injury risk during cutting: a performance-injury conflict? Sports Med. 2021;51(9):1983-1998. doi: 10.1007/s40279-021-01448-3.

34. Gondim Bernardino AJ, Batista GTS, Oliveira CHM, Marquetti CP, Ramalho RA, Lafetá SS, et al. Exercícios multiarticulares e monoarticulares na medicina do esporte: impactos na performance e prevenção de lesões. Braz J Implantol Health Sci. 2025;7(4):778-789. doi: 10.36557/2674-8169.2025v7n4p778-789.

35. Obërtinca R, Meha R, Hoxha I, Shabani B, Meyer T, Aus Der Fünten K. Efficacy of a new injury prevention programme (FUNBALL) in young male football (soccer) players: a cluster-randomised controlled trial. Br J Sports Med. 2024;58(10):548-555. doi: 10.1136/bjsports-2023-107388.

Este artigo de acesso aberto é distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CC BY 4.0), que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.