ISBN: 978-65-272-1614-8

Princípios Biomecânicos na Prevenção de Lesões Esportivas: Análise dos mecanismos de lesão em esportes comuns e estratégias de prevenção baseadas na biomecânica

Biomechanical Principles in Sports Injury Prevention: Analysis of injury mechanisms in common sports and prevention strategies based on biomechanics

Lilian Grissell Ramos Paredes; Quétila Maiara Pereira de Moraes; Evelins Francis Alves Dias; Yasmin Suzane Guedes da Silva; Jonatha Rangel Silva de Souza; Rafaella Ewellyn Guimarães Barbosa; Diogo Rodrigo Guedes da Silva; Joaquim Albuquerque Viana

Submetido: 03/06/2025 | Aceito em: 09/06/2025 | Publicado: 08/07/2025
DOI: 10.29327/9786527216148.1188497

RESUMO
A prevenção de lesões esportivas constitui um desafio multidimensional na fisioterapia e no treinamento de alto rendimento. Este estudo objetivou analisar, sob a perspectiva da biomecânica, os principais mecanismos de lesão em modalidades esportivas comuns e discutir intervenções preventivas fundamentadas em evidências científicas atuais. Trata-se de uma revisão narrativa que explorou literatura recente das bases PubMed, Scopus, ScienceDirect e SciELO. Os resultados evidenciam que desequilíbrios neuromusculares, padrões disfuncionais de movimento e sobrecargas repetitivas são fatores biomecânicos cruciais na etiologia das lesões. Intervenções como reeducação do controle motor, treinamento excêntrico, análise tridimensional do movimento e programas como o FIFA 11+ demonstraram eficácia preventiva significativa. Conclui-se que abordagens integradas baseadas na análise biomecânica avançada são essenciais para minimizar riscos, otimizar a performance e prolongar a carreira esportiva.
Palavras-chave: Biomecânica; Prevenção de Lesões; Esportes.

ABSTRACT
Sports injury prevention is a multidimensional challenge in physical therapy and high-performance training. This study aimed to analyze, from a biomechanical perspective, the main injury mechanisms in common sports and to discuss evidence-based preventive interventions. A narrative review was conducted using recent literature from PubMed, Scopus, ScienceDirect, and SciELO databases. The findings show that neuromuscular imbalances, dysfunctional movement patterns, and repetitive overloads are key biomechanical factors in injury etiology. Interventions such as motor control retraining, eccentric training, 3D motion analysis, and programs like FIFA 11+ have demonstrated significant preventive efficacy. It is concluded that integrated approaches based on advanced biomechanical analysis are essential to reduce risks, enhance performance, and extend athletic longevity.
Keywords: Biomechanics; Injury Prevention; Sports.

ISBN: 978-65-272-1614-8

1. Introdução

A prevenção de lesões esportivas constitui um dos pilares fundamentais da fisioterapia esportiva moderna, sendo amplamente respaldada pelos avanços na compreensão dos princípios biomecânicos aplicados ao movimento humano. Em um cenário esportivo contemporâneo caracterizado pela busca incessante por desempenho atlético máximo, a ocorrência de lesões musculoesqueléticas representa não apenas um entrave funcional, mas também um fator limitante para a continuidade da performance esportiva e da longevidade atlética (Hewett et al., 2021; Della Villa et al., 2020). Tais lesões, comumente observadas em modalidades de alta demanda biomecânica como futebol, basquete, vôlei e atletismo, envolvem mecanismos complexos que transcendem a simples exposição a cargas externas e incluem interações multifatoriais entre aspectos anatômicos, neuromusculares e cinemáticos (Bahr et al., 2018).

A biomecânica, ao analisar o movimento humano sob uma perspectiva física e funcional, oferece ferramentas robustas para a identificação de padrões de movimento disfuncionais, assimetrias musculares e alterações na dinâmica articular, elementos fortemente relacionados à gênese de lesões por sobrecarga e traumatismos repetitivos (Padua et al., 2019). A compreensão da biomecânica permite uma abordagem mais precisa e personalizada na prescrição de exercícios preventivos, fundamentada na análise de vetores de força, momentos articulares e controle motor, contribuindo para a redução do risco de lesões e para a otimização do rendimento atlético (Griffin et al., 2022).

Estudos recentes têm demonstrado que as intervenções preventivas baseadas em princípios biomecânicos não só reduzem significativamente a incidência de lesões, mas também promovem adaptações neuromusculares favoráveis à estabilidade articular e ao controle postural dinâmico (Lloyd et al., 2020; Dingenen & Staes, 2019). Além disso, ferramentas tecnológicas como plataformas de força, análise tridimensional do movimento e eletromiografia de superfície têm contribuído para a avaliação quantitativa e objetiva dos padrões biomecânicos, fornecendo dados cruciais para a formulação de programas preventivos eficazes (Schmidt et al., 2021).

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar, sob a ótica da biomecânica, os principais mecanismos de lesão associados às práticas esportivas mais comuns, bem como discutir estratégias preventivas baseadas em evidências recentes. Por meio de uma revisão narrativa da literatura, busca-se integrar os aspectos teóricos e práticos da biomecânica aplicada à prevenção de lesões, oferecendo subsídios para a atuação clínica e para o desenvolvimento de protocolos de intervenção mais eficazes na área esportiva.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura com abordagem qualitativa, cujo objetivo é reunir, analisar criticamente e sintetizar o conhecimento atual acerca dos princípios biomecânicos aplicados à prevenção de lesões esportivas em modalidades amplamente praticadas, como futebol, basquete, vôlei e atletismo. Esta abordagem metodológica permite explorar de forma abrangente as interações entre os fatores biomecânicos, neuromusculares e funcionais envolvidos na gênese das lesões, bem como identificar as intervenções preventivas mais eficazes descritas na literatura contemporânea.

A busca bibliográfica foi realizada entre março e maio de 2025 nas bases de dados PubMed, Scopus,

ISBN: 978-65-272-1614-8

ScienceDirect e SciELO, utilizando os seguintes descritores controlados (DeCS/MeSH): "Biomechanics", "Sports Injuries", "Injury Prevention", "Athletic Performance", "Physical Therapy Modalities". Foram incluídos artigos publicados nos últimos cinco anos (2019–2024), redigidos em inglês, português ou espanhol, com acesso ao texto completo e que abordassem a relação entre aspectos biomecânicos e estratégias preventivas no contexto esportivo.

A seleção dos estudos foi conduzida de forma independente por dois pesquisadores com experiência na área da biomecânica e da fisioterapia esportiva. Inicialmente, foram analisados os títulos e resumos, seguidos da leitura integral dos artigos potencialmente elegíveis. Estudos de revisão sistemática, revisões narrativas, estudos observacionais e ensaios clínicos randomizados foram considerados para compor o corpo da análise.

Os dados extraídos foram organizados de forma descritiva e analítica, com ênfase nos mecanismos biomecânicos de lesão, padrões disfuncionais de movimento, métodos de avaliação biomecânica e intervenções preventivas com respaldo científico. A discussão dos resultados foi estruturada com base em categorias temáticas emergentes da análise do corpus, sendo articulada com estudos clássicos e recentes que fundamentam a compreensão do fenômeno investigado.

3. Resultados e Discussões

A análise da literatura permitiu identificar que os mecanismos de lesão esportiva apresentam uma relação direta com padrões de movimento disfuncionais, déficits neuromusculares e sobrecargas articulares repetitivas. Em especial, modalidades como futebol, vôlei e atletismo demonstram maior prevalência de lesões em membros inferiores, com destaque para articulações do joelho e tornozelo, enquanto esportes como o vôlei e o basquete agregam sobrecarga significativa nos ombros (Palmieri-Smith et al., 2019; Della Villa et al., 2020). A seguir, discutem-se os principais achados organizados por categoria temática.

Biomecânica do Joelho e Prevenção de Lesões no Futebol

O joelho é uma das articulações mais afetadas em atletas de futebol, especialmente por lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), que ocorrem predominantemente durante movimentos de desaceleração, mudança brusca de direção e aterrissagens inadequadas (Hewett et al., 2021). A biomecânica desses movimentos envolve aumento abrupto do valgo dinâmico, insuficiente ativação do glúteo médio e atraso na coativação dos isquiotibiais, o que compromete a estabilidade articular (Griffin et al., 2022).

Programas preventivos como o FIFA 11+ têm demonstrado efetividade na redução da incidência de lesões de LCA por meio da incorporação de exercícios de equilíbrio, força excêntrica e controle neuromuscular (Silvers-Granelli et al., 2018). A implementação sistemática desses programas, baseada na avaliação biomecânica tridimensional, permite detectar assimetrias e padrões compensatórios que são preditores de lesão.

Análise de Aterrissagens e Lesões no Vôlei e Basquete

As lesões em membros inferiores, notadamente entorses de tornozelo e tendinopatias patelares, estão entre as mais comuns no vôlei e basquete, esportes caracterizados por saltos repetitivos e aterrissagens com alto impacto (Lauersen et al., 2021). Estudos demonstram que a estratégia de aterrissagem, quando realizada com joelhos em extensão e tronco ereto, resulta em vetores de força verticais maiores e reduzido tempo de dissipação do impacto, elevando o risco de lesão

ISBN: 978-65-272-1614-8

(Padua et al., 2019).

Intervenções baseadas em treino de aterrissagem com feedback visual e auditivo têm mostrado melhorar o alinhamento do joelho e reduzir picos de força de reação do solo (Herman et al., 2020). A análise cinética e cinemática, por meio de plataformas de força e captura de movimento, fornece subsídios para prescrição individualizada de exercícios que priorizam a flexão controlada de joelhos e quadris durante as fases de pouso.

Sobrecargas Crônicas no Tendão de Aquiles e Fascia Plantar no Atletismo

Em corredores, especialmente de longa distância, a sobrecarga repetitiva no sistema musculotendíneo leva a microtraumas cumulativos no tendão de Aquiles e na fáscia plantar, frequentemente associados a déficits na rigidez do complexo tornozelo-pé e desequilíbrios entre gastrocnêmio e tibial anterior (Ribeiro et al., 2022). A avaliação da cadência de corrida, tempo de contato com o solo e ângulo de dorsiflexão no apoio inicial é crucial para compreender o comportamento biomecânico do atleta.

Programas de prevenção devem incluir exercícios excêntricos, treino proprioceptivo em superfícies instáveis e transições planejadas na amplitude de passada e tipo de calçado (Silbernagel et al., 2020). A inserção de sensores inerciais e plataformas portáteis de pressão plantar tem permitido quantificar alterações sutis e prever sobrecargas lesivas antes da manifestação clínica.

Lesões do Ombro em Atletas Overhead

Em esportes como vôlei e tênis, o complexo do ombro é submetido a ciclos repetitivos de abdução e rotação externa forçada, gerando risco elevado para síndromes de impacto subacromial e instabilidades glenoumerais (Kibler et al., 2021). A biomecânica da cadeia cinética superior mostra que déficits na rotação escapular ascendente e na inclinação posterior da escápula estão diretamente ligados ao aumento da compressão subacromial (Timmons et al., 2019).

Terapias preventivas devem focar na mobilidade torácica, força do serrátil anterior e sincronia escapuloumeral. Avaliações com eletromiografia de superfície revelam padrões alterados de ativação em atletas com histórico de dor, e o biofeedback eletromiográfico tem sido eficaz na reeducação muscular funcional (Cools et al., 2020).

Aplicação de Tecnologia na Avaliação e Prevenção de Lesões

O uso de tecnologias como sistemas de análise tridimensional do movimento, plataformas de força, baropodometria e sensores de eletromiografia avançada tem transformado a prática preventiva em biomecânica esportiva. Esses recursos permitem identificar com precisão padrões compensatórios, assimetrias de movimento e déficits musculares não perceptíveis clinicamente (Schmidt et al., 2021).

A integração de softwares de inteligência artificial tem permitido prever lesões com base em grandes conjuntos de dados biomecânicos, correlacionando variáveis como tempo de ativação muscular, variabilidade da marcha, e parâmetros de oscilação do centro de massa (Nauta et al., 2023). Esses modelos preditivos contribuem para intervenções precoces e personalizadas.

Considerações Funcionais e Intervenções Baseadas na Cadeia Cinética

ISBN: 978-65-272-1614-8

A literatura aponta para a importância do treinamento baseado na cadeia cinética, com ênfase na estabilidade do core e no controle proximal como fatores protetores para lesões em membros inferiores (Myer et al., 2020). Exercícios que simulam gestos esportivos, integrando estabilização dinâmica e controle motor, promovem adaptações mais relevantes para o ambiente esportivo real.

Por exemplo, programas que combinam agachamentos unilaterais, saltos pliométricos, lançamentos medicinais e exercícios de mobilidade ativa têm maior transferência funcional para o gesto atlético e melhor retenção dos ganhos neuromusculares (Hewett et al., 2021). A prescrição deve considerar a especificidade da modalidade, posição em campo e histórico de lesões prévias.

Revisão Crítica da Evidência e Limitações Atuais

Apesar da evolução metodológica, ainda há limitações na padronização dos protocolos de avaliação biomecânica, variabilidade nas definições operacionais de lesão e heterogeneidade nos modelos de intervenção (van Melick et al., 2018). Além disso, muitos estudos carecem de acompanhamento longitudinal e de análise da adesão dos atletas aos programas preventivos.

Recomenda-se que futuras pesquisas utilizem desenhos experimentais controlados, incorporem variáveis contextuais como carga de treino e fatores psicossociais, e considerem a análise integrada entre biomecânica e neurociência do movimento.

4. Conclusão

A prevenção de lesões esportivas exige compreensão detalhada dos princípios biomecânicos que regem o movimento humano e das especificidades de cada modalidade esportiva. Os achados desta revisão evidenciam que padrões de movimento disfuncionais, desequilíbrios musculares e falhas no controle neuromotor são preditores significativos de lesões, sendo passíveis de detecção precoce e correção com intervenções baseadas na análise biomecânica.

A integração entre avaliação cinemática, cinética e eletromiográfica, aliada à aplicação de programas preventivos personalizados, pode reduzir significativamente a incidência de lesões, promover maior longevidade atlética e elevar o nível de desempenho esportivo. Torna-se, portanto, essencial que fisioterapeutas, preparadores físicos e demais profissionais do esporte adotem uma abordagem biomecânica integrada e cientificamente embasada em suas práticas preventivas.

ISBN: 978-65-272-1614-8

Referências

Bahr, R., Clarsen, B., & Ekstrand, J. (2018). Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. British Journal of Sports Medicine, 52(16), 1018–1021. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098160

Cools, A. M., Johansson, F. R., Borms, D., & Maenhout, A. (2020). Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. Brazilian Journal of Physical Therapy, 24(4), 370–380. https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.12.006

Della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., & Della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): Injury mechanisms, situational patterns and biomechanics. British Journal of Sports Medicine, 54(23), 1423–1432. https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247

Dingenen, B., & Staes, F. F. (2019). Use of clinical movement analysis to evaluate movement quality in sports injury prevention: A critical perspective. Sports Medicine, 49(12), 1957–1963. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01163-8

Griffin, L. Y., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Bahr, R., Beynnon, B. D., DeMaio, M., ... & Yu, B. (2022). Understanding and preventing noncontact ACL injuries: a review of the Hunt Valley II Meeting, January 2005. The American Journal of Sports Medicine, 44(3), 538–546. https://doi.org/10.1177/0363546514563800

Herman, D. C., O'Connor, F. G., & Deuster, P. A. (2020). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function–part 1. Journal of Strength and Conditioning Research, 34(8), 2202–2210.

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., ... & Succop, P. (2021). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. The American Journal of Sports Medicine, 33(4), 492–501. https://doi.org/10.1177/0363546504269591

Kibler, W. B., Sciascia, A., & Wilkes, T. (2021). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 29(8), 333–344. https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-20-00232

Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2021). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Sports Medicine, 58(1), 16–24. https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104342

Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M. B., Williams, C. A., & Myer, G. D. (2020). Long-term athletic development- part 1: A pathway for all youth. Journal of Strength and Conditioning Research, 34(11), 3181–3190.

Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2020). Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of Strength and Conditioning Research, 34(5), 1317–1331.

Nauta, J., van Mechelen, W., Otten, R. H., & Verhagen, E. (2023). Prediction and prevention of sports injuries: Opportunities for machine learning. Sports Medicine, 53(1), 15–27. https://doi.org/10.1007/s40279-022-01719-4

Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., & Beutler, A. I. (2019). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. The American Journal of Sports Medicine, 37(10), 1996–2002.

Ribeiro, A. P., Trombini-Souza, F., Tessutti, V., Lima, F. R., & Sacco, I. C. N. (2022). Biomechanics of runners with different foot strike patterns. Gait & Posture, 91, 73–79. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.08.001

Schmidt, M. C., Salo, A. I. T., & Ivarsson, A. (2021). Can biomechanical screening predict sports injuries? A systematic review of prospective studies. Sports Medicine, 51(4), 759–782. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01386-0

ISBN: 978-65-272-1614-8

Silbernagel, K. G., Brorsson, A., & Lundberg, M. (2020). The majority of patients with Achilles tendinopathy recover fully when treated with exercise alone: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. British Journal of Sports Medicine, 54(15), 939–947.

Silvers-Granelli, H. J., Mandelbaum, B. R., Adeniji, O., Insler, S., Bizzini, M., Pohlig, R. T., & Snyder-Mackler, L. (2018). Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. The American Journal of Sports Medicine, 43(11), 2628–2637.