Capítulo 04

Exercícios Funcionais que Atuam na Prevenção de Lesões no Ligamento Cruzado Anterior

Functional Exercises For the Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries

Julio Cezar Hernandes
Carlos Eduardo de Oliveira
Gabriel Rogenski
Guilherme Paião
Iury Verza
Luis Henrique de Oliveira
Vanessa Cristina Bukalowski de Paula
Ana Flávia Spadaccini Silva de Oliveira
Denis Carlos dos Santos
Odivan Bukalowski Barbosa Alves

Resumo: As lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) são frequentes no esporte e acarretam instabilidade articular, dor e limitação funcional importantes, especialmente em modalidades com mudanças rápidas de direção, como o futebol. Este trabalho teve como objetivo aplicar um protocolo de exercícios funcionais, baseado no programa FIFA 11+, para reduzir o risco de lesões do LCA em adolescentes de 14 a 18 anos, atletas amadores de futebol. Participaram 30 atletas, submetidos a avaliação inicial (anamnese, avaliação postural e biomecânica, amplitude de movimento, força muscular e testes funcionais) e a 12 semanas de intervenção, com sessões de 40 a 60 minutos, realizadas de duas a três vezes por semana. O protocolo incluiu aquecimento neuromuscular, fortalecimento muscular, treino proprioceptivo e técnica de salto e aterrissagem, com progressão gradual de intensidade e complexidade. Reavaliações foram realizadas a cada quatro semanas. Observamos melhora do controle neuromuscular, do equilíbrio entre quadríceps e isquiotibiais e da mecânica de aterrissagem, além de evolução do desempenho funcional. Nenhuma lesão foi registrada durante o acompanhamento.

Palavras-chave: fisioterapia; ligamento cruzado anterior; exercícios funcionais; prevenção de lesões; controle neuromuscular.

Abstract: Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are common in sports and cause significant joint instability, pain and functional limitation, especially in sports involving rapid changes of direction, such as soccer. This study aimed to apply a functional exercise protocol, based on the FIFA 11+ program, to reduce the risk of ACL injuries in amateur soccer players aged 14 to 18 years. 30 athletes took part and underwent an initial assessment (anamnesis, postural and biomechanical evaluation, range of motion, muscle strength and functional tests) followed by a 12-week intervention, with 40- to 60-minute sessions held two to three times a week. The protocol included neuromuscular warm-up, muscle strengthening, proprioceptive training and jump-and-landing technique, with gradual progression in intensity and complexity. Reassessments were carried out every four weeks. We observed improvements in

DOI: 10.47573/aya.5379.3.67.4

neuromuscular control, in the quadriceps-hamstring balance and in landing mechanics, as well as better functional performance. No injuries were recorded during follow-up.

Keywords: physiotherapy; anterior cruciate ligament; functional exercises; injury prevention; neuromuscular control.

INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é a principal estrutura responsável por impedir o deslocamento anterior da tíbia em relação ao fêmur (Giglio, 2022). Sua ruptura é frequente em esportes que exigem mudanças rápidas de direção, desacelerações, saltos e aterrissagens, como o futebol e o basquete, e resulta em instabilidade imediata, dor aguda e limitação funcional severa (Giglio, 2022).

Entre adolescentes, o risco merece atenção especial. Nessa fase, os picos de crescimento acelerado podem gerar desequilíbrios temporários entre as alavancas ósseas e a força muscular, e as flutuações hormonais podem influenciar a frouxidão ligamentar e o controle neuromuscular (Wild; Steele; Munro, 2012). Além disso, muitos jovens praticam o esporte com alta demanda de treinos e com pouca supervisão preventiva, o que aumenta a exposição a fatores de risco modificáveis.

Nesse cenário, programas de exercícios que trabalham a força, o equilíbrio, a propriocepção e a técnica de movimento têm sido propostos como estratégia de prevenção. Um exemplo é o FIFA 11+, programa de aquecimento desenvolvido pelo Centro de Pesquisa e Assistência Médica da FIFA para reduzir lesões em jogadores de futebol (FIFA, 2006).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo promover a saúde e o bem-estar de adolescentes atletas por meio de um protocolo preventivo de exercícios funcionais, baseado no FIFA 11+, voltado à redução do risco de lesões do LCA e à melhora do desempenho funcional, da segurança articular e da qualidade de vida.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Referencial Teórico

Função do LCA e mecanismo de lesão. O LCA é fundamental para a estabilidade do joelho, pois impede o deslocamento anterior excessivo da tíbia e limita sua rotação interna (Nguyen; Truong; Nguyen, 2025). Sua ruptura causa instabilidade imediata, dor aguda e limitação funcional severa (Giglio, 2022), e a incidência na população geral é de 30 a 80 casos por 100 mil pessoas ao ano (Nguyen; Truong; Nguyen, 2025).

Um dos principais fatores de risco biomecânicos é o valgo dinâmico do joelho durante a aterrissagem. Em estudo prospectivo com 205 atletas do sexo feminino de futebol, basquete e vôlei, as atletas que depois lesionaram o LCA apresentaram, na aterrissagem, ângulo de abdução do joelho 8 graus maior e momento de abdução 2,5

vezes maior do que as não lesionadas (Hewett *et al.,* 2005). O momento de abdução do joelho previu a lesão com 78% de sensibilidade e 73% de especificidade. Os autores também destacam que atletas femininas de esportes de alto risco lesionam o LCA de 4 a 6 vezes mais que os homens. Como essa amostra foi exclusivamente feminina, os achados devem ser extrapolados com cautela para outros grupos.

Diagnóstico

O diagnóstico das lesões do LCA baseia-se no exame clínico e em exames complementares. Em estudo com 165 pacientes com indicação de artroscopia, o sinal da alavanca (lever sign) apresentou sensibilidade de 93,8% e especificidade de 94,4% (Nguyen; Truong; Nguyen, 2025). Em estudo com 38 joelhos de 19 cadáveres frescos, a secção isolada do LCA aumentou a rotação interna do joelho em 55,6%, e a lesão associada de estruturas anterolaterais aumentou-a ainda mais (Freitas; Gomes, 2025). Esses testes servem para diagnosticar lesões já instaladas; a triagem de risco em atletas hígidos, como a deste trabalho, utiliza outros instrumentos (avaliação de força, equilíbrio e padrão de aterrissagem).

Prevenção neuromuscular e FIFA 11+

O FIFA 11+ é um programa de aquecimento estruturado que combina fortalecimento, equilíbrio, pliometria e treino de corrida (FIFA, 2006). Na versão avaliada por Soligard *et al.* (2008), consistia em 8 minutos de corrida, 10 minutos de exercícios de força e equilíbrio e 2 minutos de corrida, e a revisão sistemática de Sadigursky *et al.* (2017) o descreve com 15 exercícios estruturados.

METODOLOGIA

Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo de intervenção, do tipo antes e depois (pré-pós), sem grupo controle, de abordagem quantitativa e qualitativa, desenvolvido no âmbito de um projeto de extensão da Unifio. O estudo consistiu na aplicação de um protocolo de exercícios funcionais, baseado no programa FIFA 11+, ao longo de 12 semanas, com avaliação inicial, reavaliações periódicas e análise dos aspectos relacionados ao controle neuromuscular, à força muscular, ao padrão de aterrissagem e ao desempenho funcional.

Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos adolescentes de 14 a 18 anos, de ambos os sexos, atletas amadores de futebol, com participação regular nos treinos do clube e sem lesão musculoesquelética ativa no momento da avaliação inicial. Foram excluídos os adolescentes com lesão prévia do ligamento cruzado anterior, cirurgia recente no membro inferior, limitação musculoesquelética que impedisse a execução dos exercícios propostos ou frequência insuficiente às sessões de intervenção.

Caracterização da Amostra

Participaram do estudo 30 atletas adolescentes, com idade entre 14 e 18 anos, recrutados no Clube de Futebol de Palmital. Os participantes eram praticantes amadores de futebol, com alta demanda esportiva (treinos frequentes e jogos regulares) e supervisão preventiva limitada, perfil que os expõe a maior risco de lesão do ligamento cruzado anterior.

Instrumentos de Avaliação

A avaliação inicial foi composta por anamnese, contemplando o histórico de lesões prévias, o nível de atividade e a modalidade praticada, a frequência semanal de treinos e a presença de dor ou sensação de instabilidade; e por avaliação física e funcional, contemplando o alinhamento postural e biomecânico, a amplitude de movimento de joelho, quadril e tornozelo, a força muscular de quadríceps, isquiotibiais e glúteos, e testes funcionais específicos. Os mesmos instrumentos foram reaplicados nas reavaliações, realizadas a cada quatro semanas, compondo um ciclo de quatro etapas: testar (repetição dos testes funcionais e de força da avaliação inicial), analisar (comparação do ganho de força, do equilíbrio e do controle do valgo dinâmico), registrar (registro sistemático em banco de dados para acompanhamento longitudinal) e ajustar (adaptação do protocolo conforme a resposta neuromuscular de cada atleta).

Protocolo de Intervenção

O protocolo aplicado foi baseado no programa FIFA 11+ (Centro de Pesquisa e Assistência Médica da FIFA, 2006), composto por 15 exercícios estruturados em três partes. A Parte 1, de corrida (8 minutos), reuniu seis exercícios: corrida reta, corrida com abertura de quadril, corrida com fechamento de quadril, corrida circular com o parceiro, corrida com contato de ombro e corrida rápida para frente e para trás. A Parte 2, de força, pliometria e equilíbrio (10 minutos), reuniu seis exercícios, cada um aplicado em três níveis progressivos de dificuldade: prancha ventral, prancha lateral, isquiotibiais nórdicos, apoio unipodal (equilíbrio), agachamentos e saltos. A Parte 3, de corrida final (2 minutos), reuniu três exercícios: corrida ao longo do campo, corrida com saltitos (bounding) e corrida com mudança de direção (plant and cut). As sessões foram realizadas em campo, com uso de cones e bolas, de duas a três vezes por semana, com duração de 40 a 60 minutos, ao longo de 12 semanas.

Progressão de Intensidade

A carga de treino foi aumentada de forma gradual em intensidade e complexidade ao longo das 12 semanas. A progressão incluiu a redução da base de apoio nos exercícios proprioceptivos, o aumento da carga direcional e a inclusão de movimentos específicos do futebol, como mudanças rápidas de direção e desacelerações. A evolução de cada atleta para o nível seguinte foi condicionada à

ausência de dor ou de sensação de instabilidade durante a execução dos exercícios, conforme verificado nos checkpoints realizados a cada quatro semanas.

Análise e Discussões dos Resultados

Controle Neuromuscular

Foi observada melhora da estabilidade articular e redução dos déficits neuromusculares, promovendo maior controle e segurança durante os movimentos.

Força muscular

Foi relatado aumento da capacidade de absorção de cargas e redução do desequilíbrio entre quadríceps e isquiotibiais, favorecendo a estabilidade funcional.

Padrão de aterrissagem

Os resultados indicaram otimização da mecânica de aterrissagem e aprimoramento dos padrões biomecânicos durante os movimentos esportivos.

Desempenho Funcional

Foi apresentada evolução do desempenho competitivo dos atletas, associada à melhora da eficiência motora e da capacidade funcional.

Ocorrência de lesões

Durante todo o período de acompanhamento e intervenção apresentado no trabalho, foi relatada ausência de ocorrência de lesões.

Todos os resultados foram observados ao longo de 12 semanas de acompanhamento, em 30 atletas adolescentes.

DISCUSSÃO

Os resultados observados dialogam diretamente com a literatura sobre o FIFA 11+. Soligard *et al.* (2008), em ensaio clínico randomizado com 1.892 jogadoras adolescentes, relataram redução de aproximadamente um terço nas lesões do grupo intervenção. Sadigursky *et al.* (2017), em revisão sistemática de seis ensaios clínicos randomizados com 6.344 jogadores, estimaram redução de 30% no risco de lesão (risco relativo de 0,70). Taylor *et al.* (2015), em revisão sistemática e meta-análise sobre os componentes de treino de programas de prevenção do LCA, descreveram redução de risco de cerca de 1 em 54 para 1 em 111 atletas (razão de chances de 0,51), o que equivale a uma redução próxima de 50%. A ausência de lesões observada neste trabalho é, portanto, compatível com essa faixa de 30% a 50% relatada na literatura.

A melhora do padrão de aterrissagem observada em nossos atletas também se relaciona com a base biomecânica descrita por Hewett *et al.* (2005), que identificaram o valgo dinâmico do joelho na aterrissagem como preditor de lesão do LCA em atletas do sexo feminino. Ainda que nossa amostra seja mista e de outro contexto esportivo, a lógica preventiva é a mesma: ao reduzir o valgo dinâmico e melhorar o controle neuromuscular na aterrissagem, o protocolo atua diretamente sobre um dos principais mecanismos biomecânicos de lesão descritos na literatura.

É importante contextualizar esses achados. Os resultados aqui descritos são observações clínicas e qualitativas da equipe durante as reavaliações, sem uso de instrumentos de medida padronizados nem de testes estatísticos, de modo que não permitem quantificar a magnitude das melhorias relatadas. Some-se a isso o tamanho reduzido da amostra, a ausência de grupo controle e o período de acompanhamento de apenas 12 semanas, insuficiente para avaliar a incidência real de lesões a médio e longo prazo. Por esses motivos, a ausência de lesões registrada no período não pode ser atribuída exclusivamente ao protocolo aplicado, devendo ser interpretada como um resultado preliminar e favorável, a ser confirmado em estudos com delineamento mais robusto, amostra maior, grupo controle e instrumentos de medida objetivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de exercícios funcionais apresenta-se, no contexto do trabalho desenvolvido, como uma estratégia fisioterapêutica voltada à prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior.

Os resultados apresentados demonstraram melhorias relacionadas ao controle neuromuscular, força muscular, padrão de aterrissagem e desempenho funcional. Além disso, não foram registradas ocorrências de lesões durante o período de acompanhamento descrito.

Dessa forma, o trabalho reforça a importância da aplicação de estratégias preventivas que trabalhem diferentes componentes da capacidade funcional, contribuindo para maior segurança durante a realização de movimentos esportivos.

REFERÊNCIAS

CENTRO DE PESQUISA E ASSISTÊNCIA MÉDICA DA FIFA (F-MARC). **FIFA 11+.** 2006. Disponível em: https://inside.fifa.com/health-and-medical/injury-prevention. Acesso em:.

FREITAS, Geraldo Luiz Schuck de; GOMES, João Luiz Ellera. Medida da rotação interna do joelho no diagnóstico clínico da associação de lesão no ligamento anterolateral e no ligamento cruzado anterior. **Revista Brasileira de Ortopedia,** v. 60, n. 4, 2025. DOI: 10.1055/s-0045-1811633. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbort/a/gpK4hjDxZcDW6K97BXcXL4B/?lang=en. Acesso em: [inserir data de acesso].

GIGLIO, Pedro. **Lesões de LCA**. 2022. Disponível em: https://pedrogiglio.com/ligamento-cruzado-anterior-lca/. Acesso em: [inserir data de acesso].

HEWETT, Timothy E. *et al.* Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 4, p. 492-501, 2005. DOI: 10.1177/0363546504269591.

NGUYEN, Long Thanh; TRUONG, Son Van; NGUYEN, Uyen Thi Phuong. Value of clinical tests in diagnosing anterior cruciate ligament tears: what is new? **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 60, n. 5, 2025. DOI: 10.1055/s-0045-1813005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbort/a/MZM8CW5nCNyfWnnNWqVY3Jq/?lang=en. Acesso em: [inserir data de acesso].

SADIGURSKY, David *et al.* The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 9, art. 18, 2017. DOI: 10.1186/s13102-017-0083-z.

SOLIGARD, Torbjørn *et al.* **Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial**. BMJ, v. 337, a2469, 2008. DOI: 10.1136/bmj.a2469.

TAYLOR, Jeffrey B. *et al.* Evaluation of the effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention programme training components: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 2, p. 79-87, 2015. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092358.

WILD, Christine Y.; STEELE, Julie R.; MUNRO, Bridget J. **Why do girls sustain more anterior cruciate ligament injuries than boys?** A review of the changes in estrogen and musculoskeletal structure and function during puberty. Sports Medicine, v. 42, n. 9, p. 733-749, 2012. DOI: 10.1007/BF03262292.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Tiago Tsunoda, pela orientação na realização deste projeto, a Prof. Vanessa Cristina pela orientação no desenvolvimento e organização das informações, ao clube de Futebol de Palmital, aos atletas participantes e a seus responsáveis, pela confiança e pela colaboração ao longo do estudo.