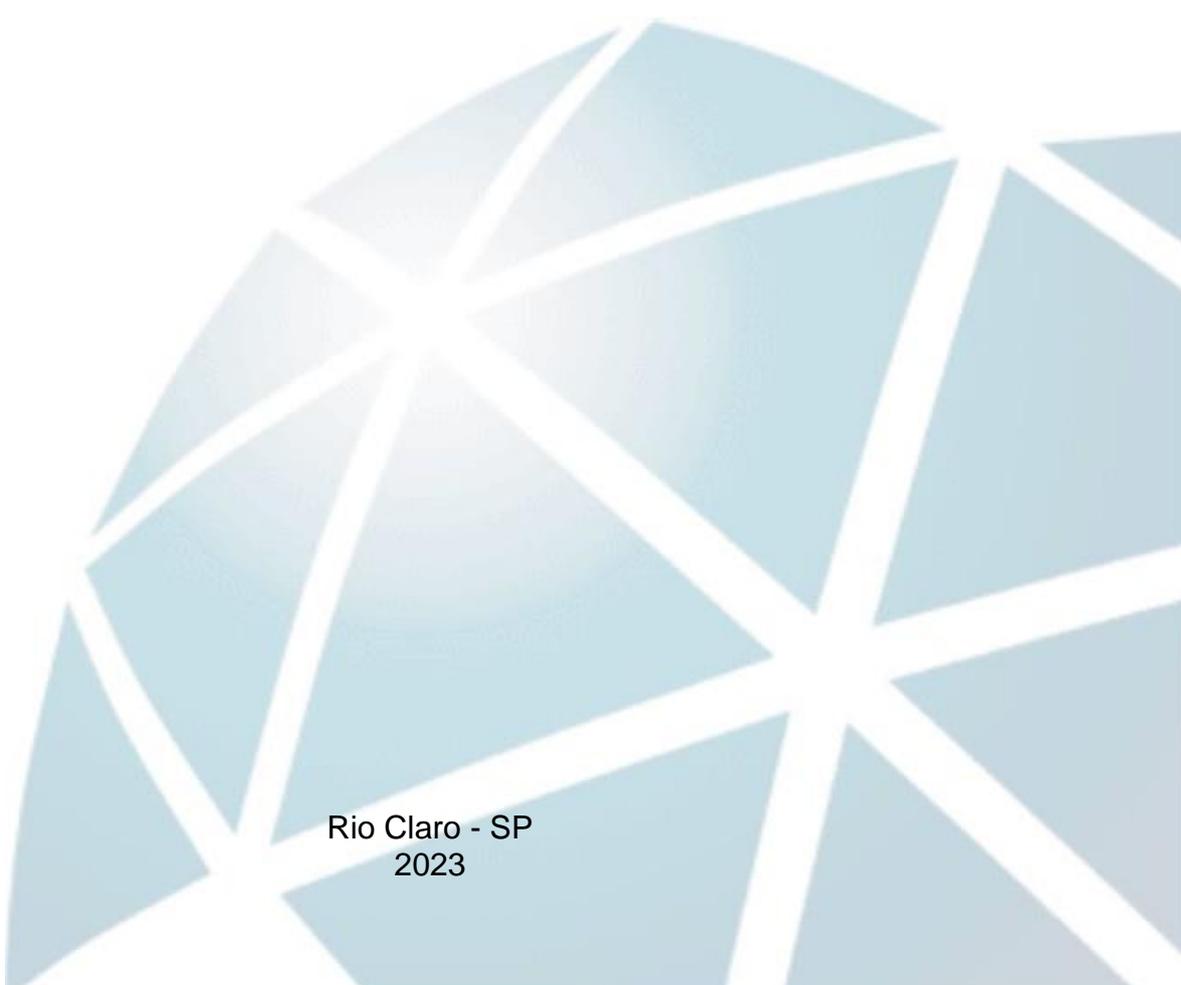

EDUCAÇÃO FÍSICA

INFLUÊNCIA DO PREPARO FÍSICO NAS LESÕES DE JOELHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL

MURILO PAGOTTO PROVENZANO



Rio Claro - SP
2023

MURILO PAGOTTO PROVENZANO

INFLUÊNCIA DO PREPARO FÍSICO NAS LESÕES DE
JOELHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL

Orientador: Adalgiso Coscrato Cardozo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharel em Educação Física.

Rio Claro - SP
2023

P969i

Provenzano, Murilo Pagotto

Influencia do preparo físico nas lesões de joelho em atletas profissionais de futebol / Murilo Pagotto Provenzano. -- Rio Claro, 2023

35 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Adalgiso Coscrato Cardozo

1. Futebol. 2. Lesões de joelho. 3. Lesões de ligamento de joelho. 4. Preparação física. 5. Prevenção. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

MURILO PAGOTTO PROVENZANO

INFLUÊNCIA DO PREPARO FÍSICO NAS LESÕES DE JOELHO EM ATLETAS
PROFISSIONAIS DE FUTEBOL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

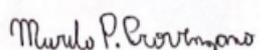
BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

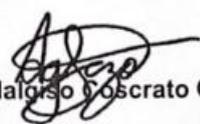
Prof. Dr. Kauan Galvão Morão

Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira

Aprovado em: 20 de Junho de 2023


Murilo Pagotto Provenzano

Assinatura do discente


Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Assinatura do orientador

DEDICATÓRIA

Foi pensando nas pessoas que executei este projeto, por isso dedico este trabalho a todos aqueles a quem esta pesquisa possa ajudar de alguma forma.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar aos pais e irmão, pois graça a eles foi possível essa graduação, também agradecer meus familiares, amigos e professores que fizeram parte dessa trajetória e minha namorada que foi quem mais me auxiliou na conclusão desse trabalho.

RESUMO

O objetivo desta revisão foi a de analisar o impacto aos jogadores de futebol decorrentes das lesões de joelho e como intervenções de treinamento e preparação física contribuem para reduzir essas lesões. A metodologia utilizada foi a da revisão descritiva de literatura por intermédio de consultas de materiais já publicados e disponíveis em bases de dados como a Scielo e PubMed, além das disponibilizadas no Google Acadêmico. Considerando as informações acerca da necessidade de preparação física para prevenção de lesões de ligamentos de joelhos em jogadores de futebol, ficou evidente que, independente do protocolo adotado, de alguma forma contribuem fundamentalmente para tal condição, aquecimento, treino de força e pliometria se revelaram determinante como protocolo de intervenção para a prevenção destas lesões, é necessário que preparadores físicos, treinadores e fisiologistas se atenham para estas possibilidades de intervenção, visando mitigar as possibilidades destas lesões, visto que são as que mais acometem estes atletas, implicando em grande prejuízo profissional e para as equipes, uma vez que se trata de lesões que demandam tempo de recuperação e, muitas vezes, o rendimento do atletas pós-lesão é comprometido. Espera-se que as informações produzidas possam contribuir com subsídios relevantes para consulta e prática profissional.

Palavras-chave: Futebol. Lesões de joelho. Lesões de ligamentos de joelhos. Preparação física. Prevenção.

ABSTRACT

The aim of this review was to analyze the impact of knee injuries on soccer players and how training and physical preparation interventions contribute to reducing these injuries. The methodology used was the descriptive literature review through consultations of materials already published and available in databases such as Scielo and PubMed, in addition to those available on Google Scholar. Considering the information about the need for physical preparation to prevent injuries to the knee ligaments in soccer players, it was evident that, regardless of the protocol adopted, warm-up, strength training, and plyometrics, in some way, fundamentally contribute to this condition as an intervention protocol for the prevention of these injuries, it is necessary that physical trainers, coaches and physiologists pay attention to these possibilities of intervention, aiming to mitigate the possibilities of these injuries, since they are the ones that most affect these athletes, resulting in a large professional damage to the athlete and to the team, since these are injuries demand recovery time and, many times, the athletes' post-injury performance is compromised. It is expected that the information produced can contribute with relevant subsidies for consultation and professional practice.

Keywords: Football. Knee injuries. Knee ligament injuries. Physical preparation. Prevention.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 CARACTERÍSTICAS INERENTES AO FUTEBOL	11
2.1 Lesões no futebol	12
2.2 Biomecânica do joelho	15
2.3 Lesões de joelhos em jogadores profissionais	19
3 ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO PREPARO FÍSICO PARA EVITAR LESÕES DE JOELHOS EM JOGADORES DE FUTEBOL	24
3.1 Resultados e discussão	24
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte mais popular do mundo, com cerca de 300 milhões de praticantes em todo o mundo; para um terço desta população o futebol é uma profissão, organizados em ligas disseminadas pelo mundo, participantes de torneios e campeonatos, para os demais, o futebol é uma forma agradável de atividade física, para o condicionamento físico e promoção da saúde (OWOEYE et al., 2020).

A característica do esporte, especificamente ao que se refere aos seus fundamentos, correr, saltar, pular, arrancar, paradas bruscas, além dos impactos decorrentes de quedas, entorses e demais contusões, decorrentes de autolesão ou ainda provocadas por adversários, faz do futebol um dos que mais provoca lesões nos membros inferiores, principalmente pelo fato de sobrecarregar as pernas, especificamente os joelhos (COHEN, ABDALLA, 2015).

Esta articulação, que é sustentada por músculos e ligamentos e revestida por cartilagem, são suscetíveis de lesões, em que as mais comuns no futebol são entorses e distensões de ligamentos e músculos; especificamente rupturas do ligamento cruzado anterior (LCA) e do menisco. Além disso, o risco de lesões do LCA em mulheres é ainda maior, e as mulheres são quatro a oito vezes mais propensas do que os homens a sofrer essa lesão (GARY, WILK, 2014).

Essas lesões, como a do LCA e menisco, podem deixar um jogador afastado por mãos de seis meses da prática do esporte, o LCA se origina no fêmur e se insere na tíbia, seu objetivo é evitar que a tíbia se mova muito para frente em relação ao fêmur, bem como controlar a quantidade de rotação da tíbia, portanto, desempenha um papel importante na estabilização do joelho. Lesões parciais ou completas podem ocorrer quando um jogador é atingido por outro jogador ou cai de forma inadequada de um salto (OWOEYE et al., 2020).

Um estudo realizado por Sandon et al. (2022) demonstrou que lesões de LCA são mais comuns em jogos oficiais, 66% delas e que 25% acontecem no âmbito de treinamento, comumente acontece sem o contato físico, 59%, o que permite compreender que aconteça por dinâmica do próprio atleta.

Em um outro estudo, em uma amostra de 200 jogadores, 116 deles sofreram lesões de joelho (29 por 100 jogadores), nos últimos cinco anos, dentre as causas, 59% justificaram pela falta de um regime de exercícios específico para o joelho, 41% pela má condição do gramado e outras condições, a maioria das lesões foi

caracteristicamente leve (58,6%). A maioria das lesões ocorreu no contato (74,1%), durante os jogos (KHAN et al., 2019).

O giro rápido, a mudança repentina de direção, a parada e a desaceleração, ou mesmo o pouso incorreto, são algumas das ações que colocam maior estresse nos joelhos. Leve em consideração as condições do campo, os tipos de equipamentos e o clima, tem-se uma concepção mais precisa das causas que levam a lesões. A grama artificial também tem sido um fator contribuinte, pois coloca uma pressão maior nos joelhos e tornozelos. Como resultado, a dor no joelho é bastante comum em jogadores de futebol (COHEN, ABDALLA, 2015).

Uma lesão de joelho para um jogador de futebol resulta em impactos relevantes de ordem diversas, clube e jogador, para o clube, pode haver o comprometimento do desempenho da equipe ao longo de uma temporada, visto que o tempo de recuperação de uma lesão no joelho é longa, cirurgia, fisioterapia, recuperação física, treinamentos, em virtude do fato de, muitas vezes, não haver um substituto com a mesma competência técnica e tática; para o jogador, uma lesão pode implicar em prejuízos pessoais e profissionais, pessoais no sentido de que o longo tempo de tratamento pode resultar ansiedade e questionamentos acerca de seu retorno, o que pode levar ao comprometimento na recuperação de desempenho; em relação ao no âmbito profissional, muitos atletas têm o desempenho comprometido pós lesão, o que leva a queda de rendimentos e, conseqüentemente, de resultados (GARY, WILK, 2014).

Diante desta circunstância, dos impactos para os clubes e para os jogadores, a busca de intervenção é necessária para mitigar as possíveis lesões que possam afastar os jogadores de suas atividades, assim, a estabilidade da articulação do joelho e a proteção contra lesões também dependem de sistemas adequados de feedback e feed-forward para melhorar a rigidez muscular e, conseqüentemente, a rigidez dos membros inferiores durante tarefas funcionais (MASZCZYK, et al. 2018). A rigidez muscular é um componente importante da rigidez dos membros inferiores e inclui a capacidade dos músculos de resistir ao movimento dentro da articulação tibiofemoral (movimentos de cisalhamento tibiofemoral), o que impede que estruturas passivas do joelho, como o LCA, estejam sob tensão (LEHNERT et al., 2018).

Assim sendo, diante desta abordagem introdutória, tem-se o seguinte problema: Protocolos de intervenção no âmbito de treinamento e fisiologia, tem a

capacidade de reduzir lesões de joelhos em jogadores de futebol, consequentemente, reduzindo os impactos decorrentes destas lesões?

O objetivo geral deste projeto é o de analisar o impacto aos jogadores de futebol decorrentes das lesões de joelho e como intervenções de treinamento e preparação física contribuem para reduzir essas lesões.

O futebol é um esporte de grande exigência da estrutura, preparo e condicionamento físico dos atletas, cujos maiores impactos, na prática do esporte, são nos membros inferiores, tornando-os suscetíveis de lesões, em que os joelhos são o mais amplamente atingidos, essa realidade tende a resultar em consequências para os clubes e para os próprios jogadores, causando-lhes prejuízos relevantes.

Essa conjuntura exige o delineamento de estratégias para a redução destas lesões, que vão desde a deferência em conceber uma estrutura otimizada para a prática do esporte, como a qualidade do gramado e do campo de treinamento, bem como protocolos de intervenção de preparação física e fisiologia.

Por conta desta condição, este trabalho se justifica no sentido de proporcionar subsídios acerca do objetivo proposto neste trabalho, suscitando um material de informações que possam suprir o cabedal da literatura existente sobre o tema, constituindo dados para possam ser considerados na prática profissional.

A hipótese a ser considerada, para responder ao problema levantado e ao objetivo proposto é o de demonstrar que os impactos decorrentes de lesões de joelhos em jogadores de futebol podem ser mitigados com intervenções de preparação física e de fisiologia.

Trata-se de uma revisão descritiva de literatura de publicações em periódicos. Foi realizada uma busca bibliográfica por meio das fontes constituídas pelos recursos eletrônicos nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Health Information from the National Library of Medicine* (Medline), *Web of Science*, *Scopus* e na biblioteca eletrônica *Scientific Eletronic Library On-line* (SciELO) e EFDeportes, bem como, outras bases relevantes como Google acadêmico e Capes periódicos, publicados no período de 2010 a 2021.

Os descritores utilizados foram: futebol, lesões, lesões de joelho, preparação física, fisiologia, treinamento, bem como os mesmos descritores no idioma inglês e espanhol.

A coleta dos dados ocorreu no decorrer do mês de setembro e outubro de 2022. Depois de identificados os artigos, estes foram analisados e os que atenderem aos objetivos do estudo, estiverem no idioma português, (inglês e espanhol se pesquisa internacional) e tiverem sido publicados nos últimos dez anos, foram incluídos no roteiro para registro.

Espera-se com este estudo possa suscitar uma fonte crucial de informações sobre o tema, constituindo dados para análises e reflexões acerca da importância do treino físico e de desempenho para a melhora nos fundamentos na prática do futebol.

2 CARACTERÍSTICAS INERENTES AO FUTEBOL

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo há cerca de um século. Em 2020 era o esporte praticado por mais de 3,5 bilhões de pessoas em todo o mundo, mais especificamente, 50% da população global; é popular por uma infinidade de motivos, mas o principal deles é por ser um esporte democrático (FOER, 2022). Para a maior parte deste mundo, o futebol é mais do que um esporte. É uma grande parte das identidades nacionais de certos países, e um jogo pode impactar e inspirar nações inteiras (SARGENTIM, PASSOS, 2012).

O futebol é um esporte com apelo global esmagador, que continua a crescer com um público cada vez maior. Chamado de futebol no resto do mundo, o futebol profissional é verdadeiramente um esporte internacional. As estimativas sugerem que existem mais de 240 milhões de jogadores registrados em todo o mundo (FOER, 2022).

Ainda há muita incerteza e debate em torno de seus requisitos fisiológicos porque a ênfase está nas habilidades em detrimento do condicionamento físico, métodos de treinamento conservadores e a dificuldade de estudar o esporte cientificamente. Os valores frequentemente encontrados para a distância total percorrida em um jogo de cerca de 10 km e um consumo máximo de oxigênio acima da média, embora não marcante, de 60 ml/kg/min, sugerem uma demanda aeróbica global moderada (STØLEN et al., 2005).

O futebol é um esporte fisicamente exigente, a ocorrência de atividades poderosas durante partidas aumentou significativamente nas últimas décadas (BRADLEY et al., 2016). A evolução desses estudos está alinhada com os avanços da tecnologia e dos métodos que aumentaram a capacidade dos praticantes de quantificar esses aspectos do desempenho físico durante o treinamento e o jogo do futebol (VARLEY et al., 2012); no entanto, a literatura existente estudou principalmente dados de partidas inteiras com evidências limitadas analisando a média (por exemplo, sem considerar o resultado da partida) e os períodos de pico (por exemplo, geralmente definidos como os períodos mais intensos de uma partida) que frequentemente expõem os jogadores às cargas externas mais altas dentro da partida (NOVAK et al., 2021). Acresce-se a isso o fato de que o futebol é uma esporte de impacto, em que movimentos diversos são realizados de forma constante pelos jogadores, deslocamento, saltos, paradas, corridas, além de quedas e

contatos com outros atletas, violentos ou não, são evidentes na prática do esporte, condições estas muito mais evidentes em atletas profissionais, cuja competição exige um empenho e diligência significativa, em que habilidades são potencializadas nos protocolos de treinamento; assim, é possível compreender que a demanda física dos atletas são relevantes, o que o expõem ao risco de lesões, de modo que o preparo físico deve ser aprimorado de forma contínua para mitigar o risco destas lesões (DRUMMOND et al., 2021).

Atletas em sua busca pelo aprimoramento de técnicas típicas do esporte e obtenção de um estado físico que leve à obtenção de conquistas esportivas podem fazer aumentos excessivos nas cargas de treinamento. Isso pode levar ao overtraining, um estado que reduz o desempenho e há uma causa física óbvia, doença ou lesão. Situação que persiste ao longo do tempo, apesar dos períodos de recuperação semanais ou mensais (LOBO et al., 2022).

Em um estudo epidemiológico realizado por Drummond et al. (2021) investigou a incidência de lesões em atletas do sexo masculino que competem em campeonatos regionais de futebol em uma amostra de 310 atletas do sexo masculino de 10 equipes, durante 4 meses de acompanhamento. Foram registradas 92 lesões, o que representa uma prevalência de 29,68%. A parte do corpo que teve lesões mais frequentes foram os membros inferiores (86,9%). Os principais tipos de lesão foram ruptura/distensão muscular (37,0%), entorse/ligamento (19,6%) e outras lesões (14,1%). As lesões foram causadas principalmente durante corrida/sprint (33,7%), chute (12,0%) e salto/aterrissagem (6,5%). A incidência de lesões foi de $15,88 \pm 8,57$, $2,04 \pm 1,09$ e $3,65 \pm 1,50$ lesões/1.000 horas de exposição durante jogos, treinamento e jogos/treinamento, respectivamente. O tempo de afastamento na temporada variou de 1 a 50 dias e a gravidade das lesões foi a seguinte: leve (25%), menor (22,8%), moderada (43,5%) e grave (8,7%).

Os resultados deste estudo epidemiológico permitem compreender que um número elevado de jogadores de futebol está exposto ao risco de lesões, o que deve ser considerado na preparação física destes atletas.

2.1 Lesões no futebol

Nas últimas três décadas, a participação no futebol aumentou e, conseqüentemente, mais lesões foram registradas durante treinamentos ou partidas

em comparação com as décadas anteriores, a causa das lesões depende de vários fatores. Em particular, foi relatado que longos períodos levam à fadiga em atletas, resultando em um risco aumentado, além disso, os fatores de lesão incluem aceleração e desaceleração frequentes dos jogadores, mudanças bruscas de direção e chutes repetitivos (KOLOKOTSIOS et al., 2021).

A frequência de ocorrência de lesões no futebol durante as partidas é, em média, quatro a seis vezes maior do que a incidência de lesões que ocorrem durante o treinamento; nos últimos anos, as gramas artificiais têm sido amplamente utilizadas devido aos seus baixos custos de manutenção e maior usabilidade em várias condições ambientais. Com efeito, a Federação Internacional de Futebol (FIFA) aprovou o uso deste material de nova geração para jogos de futebol ao nível dos atletas de elite, no entanto, a maioria dos jogadores de futebol ainda prefere a grama natural. Isso está diretamente relacionado ao aumento significativo do número de lesões, desconforto e fadiga que os atletas sentem (NERY, RADUAN, BAUMFELD, 2016).

Estudos epidemiológicos indicam que jogadores profissionais de futebol sofrem de 4 a 35 lesões por 1.000 horas de exposição, devido ao aumento da velocidade e intensidade, foi relatado que as lesões ocorrem com maior incidência em jogadores de futebol profissionais do que em atletas amadores (VAN BEIJSTERVELDT et al., 2012). Um time de futebol profissional com um elenco de 25 jogadores normalmente sofre cerca de 50 lesões que causam perda de tempo de jogo a cada temporada, o que equivale a duas lesões por jogador por temporada (LÓPEZ-VALENCIANO et al., 2019).

Investigações anteriores indicaram que as lesões ocorrem com mais frequência durante as partidas do que nos treinos, com lesões musculares representando até 37% de todas as lesões com perda de tempo em jogadores profissionais de futebol masculino (FORSYTHE et al., 2022).

De acordo com Drummond et al., (2021, p. 190):

Independentemente do número de jogos, a incidência de lesões durante as partidas parece ser maior quando comparada ao treinamento, ou seja, quanto maior a exposição à alta intensidade maior a probabilidade de lesões. Além da alta carga de exposição, os jogadores que se lesionaram antes correm maior risco de lesão na temporada seguinte do que os jogadores não lesionados. Essas mudanças na incidência de lesões em torneios de nível profissional podem ser influenciadas pelo estilo de jogo, arbitragem, duração e intensidade da partida.

Além disso, devido às exigências únicas do jogo, a incidência de lesões nos membros inferiores excede em muito a incidência de lesões nos membros superiores em jogadores profissionais (FORSYTHE et al., 2022).

Em uma análise prospectiva de espécies de lesões sofridas por jogadores profissionais de uma liga europeia em uma temporada, em uma amostra de 180 jogadores, 124 sofreram 256 lesões, principalmente entorses e distensões nas extremidades inferiores. Destes, 62% foram considerados menores, sendo as entorses de tornozelo as mais comuns (17%), enquanto 11% foram considerados maiores, sendo as entorses de ligamentos do joelho as mais frequentes (32%). As lesões por sobrecarga foram mais frequentes no período de treinamento da pré-temporada. Das lesões traumáticas do joelho, 11 de 18 (61%) ocorreram durante uma colisão; lesões sem contato no joelho foram frequentemente observadas em jogadores com histórico de lesão no joelho e instabilidade existente (EKSTRAND et al., 2013).

Os meio-campistas representam o maior número de lesões, seguidos pelos defensores. As lesões relatadas com mais frequência com base na região do corpo foram na coxa, joelho e tornozelo, com distensões de isquiotibiais, entorses de tornozelo e distensões de adutores as lesões mais comumente relatadas. A incidência de lesões durante as partidas foi 4,1 vezes maior em comparação com o treinamento, enquanto a incidência anual de lesões diminuiu ao longo do período do estudo (FORSYTHE et al., 2022).

Orejel et al. (2021) citam como fatores de risco determinantes a: alteração da biomecânica do movimento, morfologia e fatores anatômicos, composição corporal, densidade óssea alterada ou nível de vitamina D, idade, fraturas por estresse, ainda podem ser citados:

- Lesões anteriores.
- Sobrecarga física e fadiga.
- Déficit de flexibilidade.
- Desenvolvimento insuficiente de resistência à força isométrica dos músculos estabilizadores.
- Desequilíbrio músculo-tendão entre a contração muscular dos músculos quadríceps e isquiotibiais.
- Altos volumes de cargas e horas de treinamento.

- Pouco treinamento excêntrico.
- Trabalhos específicos, como coordenação intramuscular (LOBO et al., 2022).

A disponibilidade de jogo do jogador tem uma forte correlação ($r > 0,85$) com o sucesso da equipe (ou seja, posição no ranking, jogos ganhos, gols marcados, total de pontos), as lesões também são um fardo financeiro para os clubes de futebol, o custo médio de um jogador em uma equipe profissional de ponta lesionado é alto (EKSTRAND, 2013).

Em virtude dessa condição, é importante quantificar a incidência de lesões no futebol profissional, houve uma série de estudos de coorte prospectivos investigando lesões sofridas por jogadores de futebol desde o final da década de 1970, e a publicação de uma declaração de consenso sobre as definições de lesão e procedimentos de coleta de dados em 2006 melhorou a consistência e a qualidade da pesquisa no campo (LÓPEZ-VALENCIANO et al., 2019).

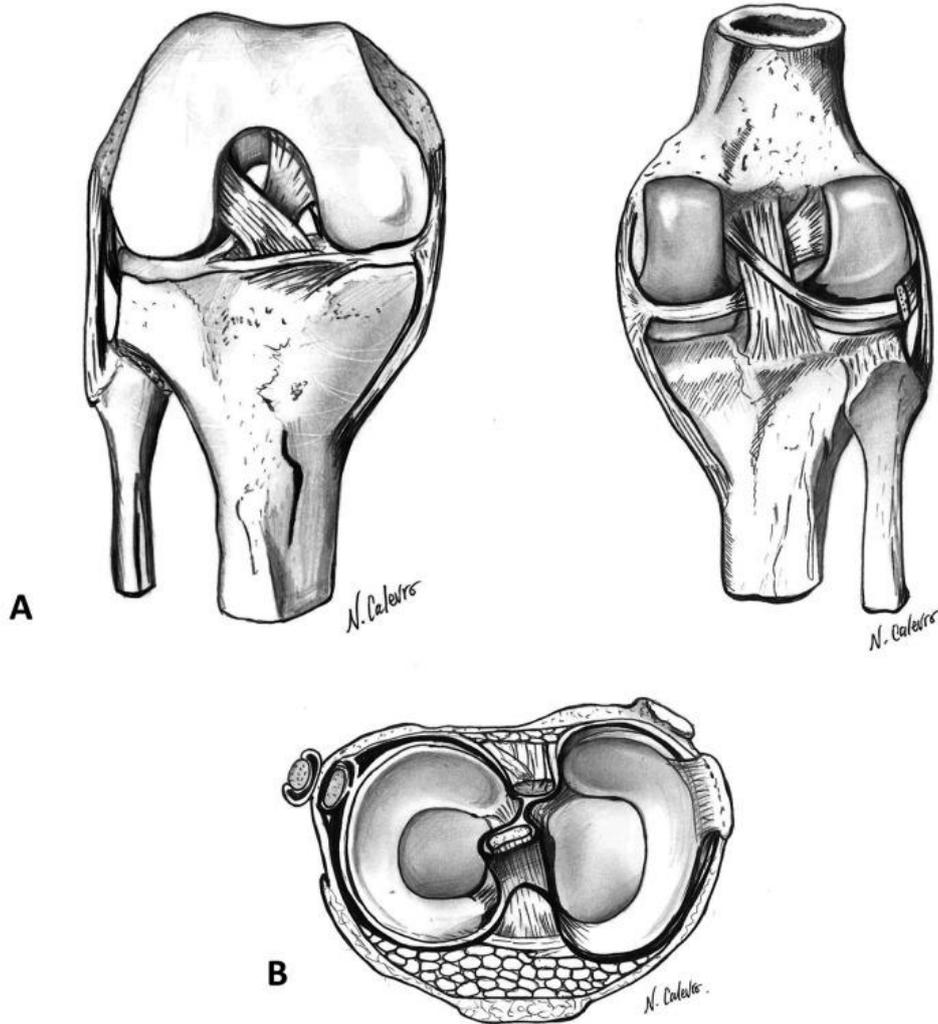
Nas últimas duas décadas (1998-2018), vários estudos epidemiológicos foram publicados descrevendo padrões de lesões ao longo de uma temporada e durante torneios com seleções nacionais em jogadores de futebol masculino. No entanto, apesar do grande número de estudos relatando a incidência e a gravidade das lesões relacionadas ao futebol, nenhum estudo combinou e meta-analisou esses dados epidemiológicos, identificando as lesões mais comuns e graves, bem como onde (anatômico local) e quando (jogos ou sessões de treinamento) eles geralmente ocorrem levariam treinadores, preparadores físicos, fisioterapeutas e médicos a priorizar a aplicação de medidas específicas para prevenir ou reduzir o risco de sofrer tais lesões (BURKE, PEELING, 2018).

2.2 Biomecânica do joelho

O joelho é a articulação mais importante do corpo em termos de estabilidade, sustentação de peso, equilíbrio, mobilidade e absorção de choque durante a corrida (MAHDAVI MOHTASHAM et al., 2010). O joelho é a articulação intermediária do membro inferior (figura 1) e permite o movimento entre o fêmur, a tíbia e a patela. Em condições normais, há uma distribuição normal das forças de carga nesses três

componentes articulares, tanto na carga estática quanto durante a deambulação (VAIENTI et al., 2017).

Figura 1 – Anatomia do joelho.



Fonte: Vaienti et al., 2017

A figura acima mostra em (A) ligamentos entre o fêmur e a tíbia. (B) menisco (vista superior)

Os meniscos são estruturas fibrocartilaginosas que se interpõem entre os côndilos femorais e os planaltos tibiais. O menisco lateral é mais circular, enquanto o medial é semicircular. Ambos são mais espessos na periferia, tornando-se progressivamente mais finos em direção ao centro do planalto tibial. O medial está intimamente ligado ao ligamento colateral medial (LCM), enquanto o menisco lateral tem maior liberdade de movimento durante a flexão e extensão. Os meniscos atuam

como amortecedores articulares distribuindo uniformemente a carga entre os compartimentos medial e lateral. Na ausência dos meniscos, a tensão por unidade de área inevitavelmente aumenta. Além disso, essas duas estruturas aumentam a congruência articular e a difusão do líquido sinovial ao longo das superfícies articulares (CHATRA et al., 2022).

Ligamentos colaterais é composto por duas camadas: superficial e profunda. Durante a flexão do joelho, as fibras verticais superficiais estão tensas, enquanto as posteriores e profundas não estão distendidas. O contrário acontece durante a extensão. A função primária é a de prevenir um desvio do joelho durante o estresse em valgo. A dissecação de seu componente superficial determina aumento significativo do desvio em valgo entre 0° e 45° de flexão, bem como da rotação externa, por outro lado, a dissecação de fibras profundas ou ligamentos oblíquos profundos ou da cápsula posterior não aumentam a instabilidade articular durante esses movimentos. Isso significa que o componente superficial dos ligamentos colaterais é a principal estrutura que neutraliza as tensões em valgo e rotação externa e oferece uma fraca resistência à translação anterior da tíbia. As fibras oblíquas posteriores e profundas parecem desempenhar um papel secundário como estabilizadores (GUPTON et al., 2022).

O ligamento colateral lateral (LCL) origina-se no epicôndilo femoral lateral anteriormente à origem do músculo gastrocnêmio; possui uma estrutura semelhante a um cordão que passa sob o retináculo lateral para se inserir na cabeça da fíbula, fundindo-se neste nível com a inserção do tendão do bíceps femoral (BANDOVIC et al., 2022). Previne o desvio em varo assim como a excessiva rotação interna do joelho. O LCL fica tenso quando o joelho é estendido; como consequência, a frouxidão em varo aumenta quando essa articulação é flexionada (GUPTON et al., 2022).

A função do músculo poplíteo ainda é controversa, mas parece atuar em conjunto com os ligamentos menisco-femorais no controle do movimento do menisco externo durante a flexão do joelho e ao mesmo tempo facilitar a rotação externa do fêmur durante a carga, este complexo poplíteo-arqueado também desempenha um papel, juntamente com o LCL e o ligamento cruzado posterior (LCP), na estabilização do canto póstero-lateral contra movimentos em varo e rotação externa da tíbia (CHATRA et al., 2022).

Os ligamentos cruzados do joelho atuam como estabilizadores articulares, impedindo a translação anteroposterior da tíbia. Também possuem importante função proprioceptiva, devido à presença em seu interior de mecanorreceptores e terminações nervosas livres (PLOTKIN et al., 2017).

O ligamento cruzado anterior (LCA) caracteriza-se por ter uma conformação anterior reta e convexa em sua face posterior. Seu comprimento médio é de 38 mm e sua espessura média é de 11 mm. A função primária do LCA é impedir a translação anterior da tíbia sobre o fêmur com o joelho em flexão; fornece até 85% dessa estabilidade anterior (CHATRA et al., 2022). Uma função secundária é a resistência aos desvios em varo-valgo e à rotação interna da tíbia, principalmente entre 10° e 30° de flexão. Acima de 30° torna-se tenso e a rotação interna é limitada pela cápsula anterolateral e pósteromedial (GUPTON et al., 2022).

O LCP tem comprimento médio de 38 mm e espessura média de 13 mm, sua principal função é impedir a translação posterior da tíbia sobre o fêmur. É alongado em graus extremos de flexão e rotação interna da tíbia. É composto por dois componentes: um anterior, que é a porção mais representada, que aperta em flexão, e outro posterior, que aperta em extensão (CHATRA et al., 2022).

A estabilidade geral do joelho depende da interação da cápsula, meniscos, ligamentos e músculos, da geometria das superfícies articulares e das modificações fêmoro-tibiais durante o carregamento. Estes são todos interdependentes entre si, permitindo assim uma motilidade normal e, ao mesmo tempo, uma estabilidade efetiva (ZLOTNICKI et al., 2016).

O joelho é uma articulação em dobradiça modificada onde a falta de congruência entre as superfícies ósseas permite seis graus de movimento, três translacionais (anterior-posterior, medial-lateral e inferior-superior) e três rotacionais (flexão-extensão, rotação intra-externa, adução-abdução). Os movimentos são determinados pelo deslizamento das superfícies articulares da tíbia e do fêmur e pela orientação dos quatro principais ligamentos do joelho (LOGGERSTEDT et al., 2017).

Em particular, o movimento de flexão e extensão é o mais amplo e importante. O primeiro é definido como um movimento de aproximação posterior da perna à coxa, que pode ser ativo ou passivo e dependente da posição do quadril. Durante a flexão ativa, o joelho pode atingir 120°-140° com o quadril flexionado, enquanto passivamente pode atingir até 160° (CHATRA et al., 2022).

O compartimento medial tem contato 1,6 vezes maior que o lateral. A flexão é assegurada por uma combinação de rotação (“roll-back”) e deslizamento do fêmur sobre a tíbia. Os movimentos das superfícies articulares dependem principalmente da conformação e orientação das superfícies articulares e de ligamento cruzado anterior, posterior, medial colateral, lateral colateral (ZLOTNICKI et al., 2016). Impactos nestas estruturas oportunizam lesões, condição esta que é evidente em jogadores de futebol.

2.3 Lesões de joelhos em jogadores profissionais

As lesões de joelho têm um grande impacto na realidade do jogador de futebol profissional, podendo representar o limiar entre a continuação e o fim da carreira, pois são lesões eminentemente invasivas, necessitando de longo período de tratamento e de incerteza para o atleta (LOBO et al., 2022).

Dentre as lesões de joelho em jogadores profissionais de futebol está a ruptura dos ligamentos e pode representar um evento problemático para a carreira destes jogadores, porque do longo processo de reabilitação, o risco de novas lesões ipsilaterais e contralaterais e o desenvolvimento de osteoartrite precoce (MAZZA et al., 2022).

Vários trabalhos investigando o retorno ao jogo posterior a reconstrução do LCA (LCR) estão presentes na literatura, o tempo médio variou de 6 a 13 meses, recentemente, foi relatado que 86% dos jogadores de futebol masculino de elite ainda jogavam futebol três anos após a lesão, mas apenas 65% competiam em seu nível pré-lesão (WALDEN et al., 2016). Nesse sentido, o impacto na carreira de jogadores profissionais de futebol, em termos de tempo de recuperação, desempenho pós-operatório, nível de jogo, fim da carreira ou novas lesões pode ser relevante.

Um estudo epidemiológico descritivo foi realizado por Mazza et al. (2022) e avaliou as seguintes perspectivas: a incidência de lesão do LCA, (2) a taxa de retorno ao jogo (RTP) e o tempo após o RTP, (3) a sobrevivência na carreira e o desempenho do atleta nas primeiras três temporadas pós-operatórias após o RTP. Foram incluídos jogadores de futebol profissionais nas oito principais ligas europeias de futebol durante as temporadas de 2014 a 2015, 2015 a 2016 e 2016 a 2017. No geral, 195 jogadores sofreram uma lesão do LCA, para uma incidência média anual

de lesão do LCA de 1,42%. A taxa de RTP foi de 95%, com tempo médio de RTP de 248 ± 136 dias. Na terceira temporada pós-operatória, 66 jogadores (36%) competiram em uma liga nacional de nível inferior e 25 (13,6%) encerraram suas carreiras; uma redução significativa na média de minutos jogados por temporada foi encontrada em todas as 3 temporadas pós-operatórias. A idade do jogador se correlacionou significativamente com a redução no desempenho ou recuperação de uma lesão do LCA. As lesões de LCA refletem um declínio de curto prazo em seu desempenho.

Um outro estudo avaliou as circunstâncias e o mecanismo que leva à lesão de ligamentos cruzados em uma população de alto nível de atletas participantes dos principais campeonatos europeus de futebol. A análise de vídeo de 128 partidas competitivas com eventos de lesão do LCA; das lesões, 67,2% ocorreram sem contato direto (39,1% sem contato e 28,1% com contato indireto) e mais de 50% ocorreram nos primeiros 30 minutos da partida; 31,2% das lesões ocorreram na recuperação de bola e 63% no meio ofensivo; 62,5% dos traumas ocorreram em valgo-rotação externa e 35,1% durante uma fase de desaceleração com contração excêntrica do quadríceps (DE CARLI et al., 2022).

No mesmo sentido do estudo realizado por De Carli et al. (2022), em um estudo anterior Waldén et al. (2015) avaliaram vídeos de 39 rupturas completas do LCA registradas por meio de vigilância prospectiva de lesões no futebol profissional entre 2001 e 2011; 25 lesões foram sem contato, oito de contato indireto e seis de contato direto. Identificamos três categorias principais de situações de lesão sem contato e contato indireto: (1) pressionando ($n = 11$), (2) recuperando o equilíbrio após o chute ($n = 5$) e (3) aterrissando após cabecear ($n = 5$). A quarta principal situação de lesão foi o contato direto com a perna ou joelho lesionado ($n=6$). O valgo do joelho foi frequentemente visto nas principais categorias de situações de jogo sem contato e contato indireto ($n = 11$), mas um colapso do valgo dinâmico foi infrequente ($n = 3$). Isso contrastou com as situações de contato direto induzidas por tackle, em que ocorreu um colapso em valgo do joelho em todos os casos ($n = 3$). Inferiram os autores que 85% das lesões do LCA em jogadores profissionais de futebol masculino resultaram de mecanismos de não contato ou contato indireto. A situação de jogo mais comum que levou à lesão foi a pressão seguida de chute e cabeceio. O valgo do joelho foi visto com frequência, independentemente da situação de jogo, mas um colapso do valgo dinâmico era raro.

Um outro estudo recente descreveu os mecanismos, padrões situacionais e biomecânica (cinemática) das lesões de ligamentos em joelhos em partidas de futebol profissional masculino, em que foram identificadas 148 lesões consecutivas do LCA em 10 temporadas do futebol profissional italiano; 134 (90%) vídeos de lesões foram analisados quanto ao mecanismo e padrão situacional, enquanto a análise biomecânica foi possível em 107 casos; 59 (44%) lesões foram sem contato, 59 (44%) foram de contato indireto e 16 (12%) foram de contato direto. Identificamos quatro padrões situacionais principais para jogadores que sofreram lesão sem contato ou com contato indireto: (1) pressionar e desarmar (n=55); (2) derrubado (n=24); (3) recuperar o equilíbrio após o chute (n=19); e (4) aterrissagem de um salto (n=8). A carga em valgo do joelho (n=83, 81%) foi o padrão de lesão dominante em todos os quatro desses padrões situacionais (86%, 86%, 67% e 50%, respectivamente); 62% das lesões ocorreram no primeiro tempo das partidas ($p < 0,01$). As lesões atingiram o pico no início da temporada (setembro-outubro) e também foram maiores no final da temporada (março-maio). Os autores chegaram à conclusão de que 88% das lesões do LCA ocorreram sem contato direto do joelho, os padrões situacionais mais comuns foram pressionar, ser derrubado e chutar (DELLA VILLA et al., 2020).

Um estudo recente realizado por Rekik et al. (2023) avaliou os mecanismos de lesão do LCA em jogadores de futebol profissional masculino no Catar em várias temporadas usando análise sistemática de vídeo. Os vídeos transmitidos em alta definição dessas lesões foram analisados (49 visualizações; 34 em câmera lenta) por cinco analistas que descreveram independentemente os mecanismos da lesão (situação, comportamento, características biomecânicas) usando ferramentas observacionais validadas. Um mecanismo de joelho valgo foi observado em dois terços dos casos (1 com contato direto com o joelho, 3 com contato indireto (outras partes do corpo) e 6 sem contato). Nenhum valgo visível foi relatado em 2 das lesões de contato direto do joelho, enquanto 3 casos de lesões sem contato e contato indireto não foram claros. Foi constatado quatro categorias principais de situação de lesão entre aquelas (n = 12) classificadas como sem contato/contato indireto (múltiplas combinações eram possíveis): pressionar (n = 6), desarmar ou ser derrubado (n = 4), bloquear (n = 4 = 3) e triagem (n = 2). Lesões de contato direto (n = 3) foram sofridas por 2 jogadores durante o desarme e 1 por ser desarmado. As lesões de contato representaram apenas 20% das lesões do LCA ocorridas durante

a competição em jogadores profissionais de futebol do Catar. Independentemente da situação de jogo, o valgo do joelho foi frequentemente observado (10/15 casos). Pressionar foi a situação mais comum (6/15 casos) que levou à lesão.

Especificamente em relação ao futebol feminino, as jogadoras de futebol são particularmente suscetíveis a lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), respondendo por 16% a 43% da carga de lesões durante a temporada. Um estudo forneceu uma descrição abrangente dos mecanismos, padrão situacional e biomecânica das lesões do LCA no futebol feminino. Foram identificadas 57 lesões consecutivas do LCA que ocorreram em partidas das 6 principais ligas femininas ao longo de 3 temporadas (2017-2020). Nos 35 vídeos de lesões, houve 19 (54%) lesões sem contato, 12 (34%) lesões por contato indireto e 4 (11%) lesões por contato direto. Identificamos 3 situações principais em jogadores que sofreram lesão sem contato/contato indireto: (1) pressionar e desarmar ($n = 18$), (2) recuperar o equilíbrio após chutar ($n = 7$) e (3) ser derrubado ($n = 4$). A análise biomecânica indicou mecanismos multiplanares com carga frequente em valgo do joelho (88%). Além disso, 64% das lesões ocorreram no primeiro tempo das partidas e mais frequentemente nos primeiros 30 minutos (LUCARNO et al., 2021).

Portanto, atletas do sexo feminino mostraram semelhanças notáveis com jogadores de elite do sexo masculino em termos de mecanismo do LCA e padrão situacional de lesão, e 88% das lesões não envolveram contato direto com o joelho, sendo as lesões sem contato altamente prevalentes. As lesões ocorreram em 3 situações principais, acompanhadas de alterações na biomecânica multiplanar.

Importante mencionar que as lesões de ligamentos de joelhos podem resultar em novas lesões, especificamente em relação às mulheres, Brophy et al. (2010) realizaram um estudo de coorte em 100 atletas de futebol (55 homens, 45 mulheres) e descobriram que as mulheres eram mais propensas a futuras cirurgias do LCA (20 versus 5,5%, $p=0,03$), após uma nova lesão do LCA ou lesando o LCA contralateral.

Faude et al. (2006) recrutaram 143 jogadoras de futebol da Liga Nacional Alemã e verificaram que o risco de uma nova ruptura do LCA era maior em jogadoras com ruptura anterior (OR 5,24, $p=0,01$). Allen et al. (2016) em uma coorte de 90 jogadoras descobriram que o retorno ao jogo após a cirurgia estava associado a um risco maior de lesões do enxerto em comparação com aquelas que não retornaram ao futebol (15 versus 0%, $p=0,04$).

Do ponto de vista etiopatogenético, a alta taxa de relesão do LCA pode ser explicada por:

Retorno prematuro ao jogo;

- Uma transição incorreta entre o período de reabilitação para o treinamento, o que pode causar uma sobrecarga dos tecidos neoligamentares que ainda não estão cicatrizados ou totalmente remodelados;
- Uma elevada motivação do atleta para mostrar ao treinador a sua plena recuperação, após uma ausência por causa da lesão, resultando num jogo de grande intensidade e, como tal, expondo-se a novas lesões;
- Alteração da cinemática do joelho e diminuição da propriocepção;
- Outras lesões concomitantes ao nível da articulação do joelho;
- Um neoligamento inclinado abaixo de 50° ou acima de 60°;
- Um neoligamento com inclinação inferior a 50° ou superior a 60° e
- Um estilo de jogo agressivo (VOLPI et al., 2016).

Assim sendo, consoante se observa, as lesões de joelhos em atletas profissionais são de relevante impacto e que a maior parte deles, conforme os estudos mencionados, se efetivam sem contato, em virtude da movimentação do corpo ou da intensa utilização dos fundamentos do esporte, esta condição permite compreender a necessidade de aprimoramento físico.

3 ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO PREPARO FÍSICO PARA EVITAR LESÕES DE JOELHOS EM JOGADORES DE FUTEBOL

3.1 Resultados e discussão

Foi demonstrado nos estudos anteriores que as lesões de joelho, as de ligamento cruzado, são mais evidentes em situações de não contato. A lesão de joelho causa uma perda significativa de tempo de competição no futebol, o que tem servido como um forte impulso para a realização de pesquisas que visam determinar os fatores de risco para lesão e, mais importante, identificar e ensinar técnicas para reduzir essa lesão no esporte. Esta ênfase na pesquisa proporcionou um rápido influxo de literatura com o objetivo de relatar os efeitos do treinamento neuromuscular sobre os fatores de risco e a incidência de lesão do LCA sem contato em populações de futebol de alto risco (ALENTORN-GELI et al., 2019).

Até o momento, não há um programa de intervenção padronizado estabelecido para o futebol para prevenir lesões de ligamentos do joelho sem contato. Os programas multicomponentes mostram melhores resultados do que os programas preventivos de componente único para reduzir o risco e a incidência destas lesões sem contato em jogadores de futebol (MYKLEBUST, STEFFEN, 2019).

A pliometria dos membros inferiores, o equilíbrio dinâmico e a força, o alongamento, a consciência corporal e a tomada de decisões e o controle direcionado do núcleo e do tronco parecem ser componentes de treinamento bem-sucedidos para reduzir os fatores de risco de lesão de joelho sem contato (diminuir as forças de aterrissagem, diminuir os momentos em varo/valgo, e aumentar a ativação muscular efetiva) e prevenir lesões (ALENTORN-GELI et al., 2019).

Uma revisão investigou os efeitos de intervenções baseadas em exercícios visando reduzir a taxa de lesão de ligamentos de joelho e os fatores de risco em jogadores de futebol adulto. Foram incluídos 29 estudos avaliando 4.502 jogadores do sexo masculino e 1.589 do sexo feminino (15 RCT, 8 NRCT, 6 de braço único): 14 incluíram aquecimento, 7 treinamentos de resistência, 4 treinamentos misto, 3 equilíbrios, 1 estabilidade do núcleo e 1 intervenções de modificação de técnica; 6 dos 29 estudos investigaram o efeito das intervenções na incidência de lesão, enquanto os 23 restantes investigaram seu efeito nos fatores de risco. Aquecimento,

estabilidade do core, equilíbrio e modificação da técnica aparecem como intervenções efetivas e viáveis para serem incluídas em times de futebol (OLIVARES-JABALERA et al., 2021).

Importante destacar o programa de prevenção de lesões FIFA 11+ que demonstrou diminuir o risco de lesões no futebol em homens e mulheres. O programa também demonstrou diminuir a perda de tempo resultante de lesões. No entanto, estudos anteriores não investigaram especificamente como o programa pode afetar a taxa de lesão do ligamento de joelhos em jogadores de futebol masculino. O programa de prevenção de lesões FIFA 11+ foi projetado para tratar todas as lesões relacionadas ao futebol, não apenas específicas do joelho ou do LCA. É um aquecimento dinâmico em campo que economiza tempo e não requer equipamento adicional (SILVERS-GRANELLI et al., 2017).

Considerando a exposição anterior, um estudo prospectivo randomizado controlado teve como objetivo examinar se o programa de prevenção de lesões do FIFA 11+ pode (1) reduzir o número geral de lesões de ligamentos cruzados em homens que jogam futebol universitário competitivo e se qualquer redução potencial na taxa de lesões difere com base em (2) cenário de jogo versus treino; (3) posição do jogador; (4) nível de jogo (Divisão I ou II); ou (5) tipo de campo. Foram considerados 61 times de futebol masculino ao longo de uma temporada competitiva de futebol (SILVERS-GRANELLI et al., 2017).

O programa FIFA 11+ consiste em ações de aquecimento dinâmico de 15 a 20 minutos em campo usado antes dos treinos e jogos e foi utilizado como intervenção durante toda a temporada competitiva. Sessenta e cinco times foram randomizados: 34 para o grupo de controle (850 jogadores) e 31 para o grupo de intervenção (675 jogadores). Quatro equipes de intervenção não concluíram o estudo e não enviaram seus dados, observando tempo insuficiente para concluir o programa, reduzindo o número de análises por protocolo para 61. Uma proporção menor de atletas no grupo de intervenção sofreu lesões no joelho (25% [34 de 136]) em comparação com o grupo controle (75% [102 de 136]; risco relativo [RR], 0,42; intervalo de confiança de 95% [CI], 0,29-0,61; $p < 0,001$). Quando os dados foram estratificados para lesão do LCA, menos lesões do LCA foram relatadas no grupo de intervenção (16% [três de 19]) em comparação com o grupo controle (84% [16 de 19]), representando uma redução de 4,25 vezes na probabilidade de incorrer em lesão. Este programa, se implementado corretamente, tem potencial para diminuir a

taxa de lesão de ligamentos de joelhos em jogadores de futebol competitivos. Além disso, isso também pode aprimorar o desenvolvimento e a disseminação de protocolos de prevenção de lesões e reduzir o risco para os atletas que utilizam o programa de forma consistente (SILVERS-GRANELLI et al., 2017).

Evidências recentes indicam que as lesões de ligamentos de joelho podem ser evitadas por meio do uso de programas de treinamento neuromuscular multicomponentes; estes programas são recomendados para reduzir lesões sem contato e contato indireto durante a atividade física. Esses programas são defendidos para melhorar o equilíbrio, a biomecânica dos membros inferiores, a ativação muscular, o desempenho funcional, a força e a potência, bem como para diminuir as forças de impacto da aterrissagem. Um programa de treinamento multicomponente de prevenção de lesões deve, no mínimo, fornecer feedback sobre a técnica de movimento em pelo menos três das seguintes categorias de exercícios: força, pliometria, agilidade, equilíbrio e flexibilidade (PADUA et al., 2019).

Um estudo investigou o efeito dos programas de aquecimento preventivo de lesões FIFA 11+ (11+) e HarmoKnee na relação de força convencional (CSR), relação de controle dinâmico (DCR) e relação de velocidade rápida/lenta (FSR) no futebol profissional masculino, essas variáveis estão relacionadas ao risco de lesão no joelho em jogadores de futebol. Trinta e seis jogadores foram divididos em 3 grupos; FIFA 11+, HarmoKnee e controle (n = 12 por grupo). Esses exercícios foram realizados 3 vezes por semana durante 2 meses (24 sessões). O CSR, DCR e FSR foram medidos antes e depois da intervenção. Após o treinamento, o CSR e o DCR dos músculos do joelho em ambos os grupos foram inferiores aos valores normais publicados (0,61, 0,72 e 0,78 durante 60°.s(-1), 180°.s(-1) e 300°.s(-1), respectivamente). O CSR (60°.s(-1)) aumentou em 8% e o FSR no quadríceps da perna não dominante em 8% no 11+. Enquanto isso, o DCR nas pernas dominante e não dominante foi reduzido em 40% e 30%, respectivamente, no 11+. O CSR (60°.s(-1)) na perna não dominante mostrou diferenças significativas entre os grupos 11+, HarmoKnee e controle (p = 0,02). Quanto à análise DCR entre os grupos, houve diferenças significativas na perna não dominante entre os dois programas com o grupo controle (p = 0,04). Para FSR não foram encontradas mudanças significativas entre os grupos. Pode-se concluir que o 11+ melhorou o CSR e o FSR, mas o programa HarmoKnee não demonstrou melhora. É necessário considerar elementos de treinamento ao programa HarmoKnee que visam aumentar a força dos

isquiotibiais (CSR, DCR e FSR). Jogadores de futebol profissional têm maior predisposição a sofrer lesões no joelho porque a relação isquiotibiais para quadríceps foi menor do que os valores médios. Parece que o 11+ tem potencial para melhorar o CSR e o FSR, bem como prevenir lesões no joelho em jogadores de futebol (DANESHJOO et al., 2012).

Um estudo avaliou a força isocinética tradicional e específica do ângulo de flexores excêntricos do joelho (eccKFs) e extensores concêntricos do joelho (conKEs) entre profissionais seniores e jogadores de futebol juvenil. Trinta e quatro jogadores de futebol do sexo masculino (17 seniores e 17 juvenis) foram recrutados para avaliações bilaterais em 180, 270 e 60°·s. Pico de torque (PT), taxa de controle dinâmico (DCR), ângulo de pico de torque (APT), faixa funcional (FR), torque específico de ângulo (AST) e DCR específico de ângulo (DCRAST) foram comparados. O flexor excêntrico do joelho (eccKF) e conKE PT ($p = 0,782$) e DCR ($p = 0,508$) não foram diferentes entre os grupos em todas as velocidades angulares. Diferenças significativas foram identificadas para eccKF APT ($p = 0,018$) e FR ($p = 0,006$), DCRAST a 270°·s ($p = 0,031$) e nos dados AST registrados em velocidades angulares para eccKF e conKE ($p = 0,003$). As medidas de força tradicionais não foram sensíveis à idade de jogo, com implicações para má interpretação na prescrição de treinamento. Por outro lado, os dados do AST diferenciaram entre as idades. Déficits de força que destacam o tipo de contração muscular, velocidade angular e ângulo articular podem ser manipulados dentro de uma intervenção de treinamento individualizada. Dada a relevância para a etiologia da lesão de joelho, este estudo destaca possíveis implicações para estratégias de avaliação aprimoradas para informar a prescrição de treinamento para desempenho e prevenção de lesões. Dado o alto número de lesões de joelhos em jogadores de futebol, os praticantes devem considerar o uso de práticas de força e condicionamento como forme de prevenção (EUSTACE et al., 2020).

Pesquisas adicionais avaliaram o treinamento pliométrico em jogadores que sofreram lesões, mais especificamente relacionado à prevenção de lesões de ligamento cruzado anterior (LCA) sem contato pela primeira vez. Existe uma quantidade crescente de evidências indicando que exercícios pliométricos e treinamento podem ajudar a prevenir lesões do LCA sem contato pela primeira vez (DAVIES et al., 2015).

A introdução de um programa de treinamento pliométrico adequado pode aumentar o controle neuromuscular nos membros inferiores, o que irá diminuir o estresse nos ligamentos do joelho e transferi-lo para os músculos, tendões e ossos, o que permite uma melhor dispersão da força, resultando em menos torque aplicado diretamente ao joelho (CARVALHO et al., 2014).

Estratégias potencialmente valiosas de prevenção de lesões do ligamento de joelhos são demoradas, limitando o sucesso do treinamento. Protocolos mais curtos que alcançam adaptações biomecânicas benéficas podem melhorar a eficácia do treinamento.

Um estudo examinou se a estabilidade/equilíbrio central e o treinamento pliométrico podem modificar a biomecânica da aterrissagem em jogadoras de futebol em comparação com modelos neuromusculares padrão e sem treinamento. Quarenta e três jogadoras tiveram a biomecânica dos membros inferiores analisada durante aterrissagens unilaterais e bilaterais imediatamente antes e após um programa de treinamento neuromuscular ou sem treinamento de seis semanas. A cinemática e a cinética do quadril e do joelho no plano sagital e frontal foram submetidas a análises de medidas repetidas de três vias para testar os efeitos principais e de interação do grupo de treinamento, tipo de aterrissagem e tempo de teste. Maior pico de flexão do joelho foi evidente no grupo neuromuscular padrão após o treinamento, durante ambas as aterrissagens bilaterais ($p = 0,027$) e unilaterais ($p = 0,076$ ed = $0,633$). O grupo pliométrico demonstrou redução da adução do quadril ($p = 0,010$) e maior flexão do joelho ($p = 0,065$ ed = $0,564$) durante as aterrissagens bilaterais após o treinamento. O grupo controle apresentou redução significativa no pico do momento de abdução do joelho ($p = 0,003$) pós-treinamento em comparação com o pré-treinamento. Os resultados atuais sugerem que mudanças biomecânicas significativas são possíveis por um componente de treinamento pliométrico isolado. Os benefícios, no entanto, podem não ser evidentes em todos os tipos de pouso, aparentemente limitados a pousos simplistas e bilaterais. Os protocolos de treinamento integrado ainda podem ser o modelo de treinamento mais eficaz, melhorando atualmente a postura de flexão do joelho durante as aterrissagens bilaterais e unilaterais após o treinamento. Esforços futuros de prevenção devem implementar protocolos de treinamento integrados que incluam exercícios pliométricos para reduzir o risco de lesão de joelhos em atletas do sexo feminino (BROWN et al., 2014).

Um estudo considerou 14.394 jogadores de futebol que foram avaliados em um programa de prevenção de lesões de joelhos que incluem exercícios pliométrico, mil horas de exposição em comparação com o grupo controle, dados de subgrupos desses estudos estimaram que esse efeito preventivo pode ser mais forte em homens (IRR 0,21, 95% CI 0,07 a 0,62) e mais fraco em mulheres (IRR 0,51, 95% CI 0,30 a 0,87), embora com estimativas menos precisas. A análise de subgrupo também sugeriu um efeito mais forte nas lesões de ligamentos sem contato, enquanto o efeito nas lesões por contato permaneceu incerto (IRR 0,59, IC 95% 0,15 a 2,30). Programas de prevenção de lesões que incorporam exercícios pliométricos diminuem substancialmente o risco de lesões de ligamentos de joelho em jogadores de futebol mais do que programas de aquecimento que não incluem exercícios pliométrico (AL ATTAR et al., 2022).

Portanto, a partir das informações expostas, intervenções para prevenção de lesões de ligamentos de joelhos em jogadores profissionais são relevantes e os resultados são satisfatórios, possibilitando mitigar a ocorrência destas lesões que resultam em grande impacto negativo para atletas e equipes.

4 CONCLUSÃO

Assim sendo, considerando as informações acerca da necessidade de preparação física para prevenção de lesões de ligamentos de joelhos em jogadores de futebol, ficou evidente que, independente do protocolo adotado, de alguma forma contribuem fundamentalmente para tal condição, aquecimento, treino de força e pliometria se revelaram determinante como protocolo de intervenção para a prevenção destas lesões, é necessário que preparadores físicos, treinadores e fisiologistas se atenham para estas possibilidades de intervenção, visando mitigar as possibilidades destas lesões, visto que são as que mais acometem estes atletas, implicando em grande prejuízo profissional e para as equipes, uma vez que se trata de lesões que demandam tempo de recuperação e, muitas vezes, o rendimento do atletas pós-lesão é comprometido.

REFERÊNCIAS

AL ATTAR, W.S.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. **J Physiother.** v.68, n.4, p.255-261, 2022

ALLEN, M.M., et al. Are Female Soccer Players at an Increased Risk of Second Anterior Cruciate Ligament Injury Compared With Their Athletic Peers? **Am J Sports Med.** v.44, n.10, p.2492–2498, 2016.

ALENTORN-GELI, E., et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.** v.17, n.8, p.859-79, 2019.

BANDOVIC, I., et al. Anatomy, Bone Markings. 2022 Dec 19. In: **StatPearls [Internet]**, 2022.

BROPHY, R., et al. Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. **Br J Sports Med.** v.44, n.10, p.694–697, 2010.

BROWN, T.N., et al. Comparative adaptations of lower limb biomechanics during unilateral and bilateral landings after different neuromuscular-based ACL injury prevention protocols. **J Strength Cond Res.** V.28, n.10, p. 2859-71, 2014.

BURKE, L.M., PEELING, P. Methodologies for investigating performance changes with supplement use. **Int J Sport Nutr Exerc Metab** n.20, p.1–11, 2018.

CARVALHO, A., et al. Effects of strength training combined with specific plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. **J Hum Kinet.** n.41, p.125-132, 2014.

CHATRA, P.S. Bursae around the knee joints. **Indian J Radiol Imaging.** V.22, n.1, p.27-30, 2012.

COHEN, M., ABDALLA, R.J. **Lesões nos Esportes: Diagnóstico, Prevenção e Tratamento.** 2 ed. São Paulo: Thieme Revinter, 2015.

BRADLEY, P.S., et al. Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. **J. Sports Sci.** n.34, p.2215–2223, 2016.

DANESHJOO, A., et al. The effects of injury preventive warm-up programs on knee strength ratio in young male professional soccer players. **PLoS One.** v.7, n.12, p.e50979, 2012.

DAVIES, G., et al. Current concepts of plyometric exercise. **Int J Sports Phys Ther.** v.10, n.6, p.760-86, 2015

DE CARLI, A., et al. Anterior cruciate ligament injury in elite football players: video analysis of 128 cases. **J Sports Med Phys Fitness.** V.62, n.2, p.222-228, 2022.

DELLA VILLA, F., 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.** v.54, n.23, p.1423-1432, 2020.

DRUMMOND, F.A., et al. Incidência de lesões em jogadores de futebol – mappingfoot: um estudo de coorte prospectivo. **Rev Bras Med Esporte** v.27, n.2, 2021.

EKSTRAND, J. Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. **Br J Sports Med** n.47, p.723–4, 2013.

EUSTACE, S.J., et al. Angle-Specific Isokinetic Metrics Highlight Strength Training Needs of Elite Youth Soccer Players. **J Strength Cond Res.** v.34, n.11, p.3258-3265, 2020.

FAUDE, O., et al. Risk factors for injuries in elite female soccer players. **Br J Sports Med.** v.40, n9, p.785–790, 2006.

FOER, F. **Como o futebol explica o mundo:** Um olhar inesperado sobre a globalização. 10 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2022.

FORSYTHE, B., et al. Incidence of Injury for Professional Soccer Players in the United States: A 6-Year Prospective Study of Major League Soccer. **Orthop J Sports Med.** v.10, n.3:23259671211055136, 2022.

GARY, J.A., WILK, H.K. **Reabilitação física das lesões desportivas.** Rio de Janeiro: Guanabra Koogam, 2014.

GUPTON, M., et al. **Anatomy**, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee. 2022

KHAN, A.R., et al. The epidemiological profile of knee injury pattern among different divisional football players. **Turk J Kinesiol**, v.5, n.1, p. 50-56, 2019.

KOLOKOTSIOS, S., et al. Ankle Injuries in Soccer Players: A Narrative Review. **Cureus**. v.13, n.8, p.e17228, 2021.

LEHNERT, M., et al. Changes in Injury Risk Mechanisms after Soccer-Specific Fatigue in Male Youth Soccer Players. **J Hum Kinet**. n.13, p.33-42, 2018.

LOBO, K.L.M., et al. Análisis de las lesiones más frecuentes en miembros inferiores en el fútbol. **Rev Podium** v.17 n.3 Pinar del Río sept.-dic. 2022

LOGERSTEDT, D.S., et al. Knee Stability and Movement Coordination Impairments: Knee Ligament Sprain Revision 2017. **J Orthop Sports Phys Ther**. v.47, n.11, p.A1-A47, 2017

LÓPEZ-VALENCIANO, A., et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med**. v.54, n.12, p.711-718, 2019.

LUCARNO, S., et al. Systematic Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Professional Female Soccer Players. **Am J Sports Med**. v.49, n.7, p.1794-1802, 2021.

MAHDAVI MOHTASHAM, H., et al. Epidemiology and history of knee injury and its impact on activity limitation among football premier league professional referees. **J Inj Violence Res**. v.10, n.1, p.45-52, 2018

MASZCZYK, A., et al. Neurofeedback for the enhancement of dynamic balance of judokas. **Biol. Sport**. n.35, p.99–102, 2018.

MAZZA, D., et al. Impact of Anterior Cruciate Ligament Injury on European Professional Soccer Players. **Orthop J Sports Med**. v.10, n.2:23259671221076865, 2022.

MYKLEBUST, G., STEFFEN, K. Prevention of ACL injuries: how, when and who? **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. v.17, n.8, p.857-8, 2019

NERY, C., RADUAN, F., BAUMFELD, D. Foot and ankle injuries in professional soccer players: diagnosis, treatment, and expectations. **Foot Ankle Clin.** n.21, p.391–403, 2016.

NOVAK, R., et al. Analysis of the worst-case scenarios in an elite football team: Towards a better understanding and application. **J. Sports Sci.** n.39, p.1850–1859, 2021.

OLIVARES-JABALERA, J., et al. Exercise-Based Training Strategies to Reduce the Incidence or Mitigate the Risk Factors of Anterior Cruciate Ligament Injury in Adult Football (Soccer) Players: A Systematic Review. **Int J Environ Res Public Health.** v.18, n.24, p.13351, 2021.

OREJEL, A., et al. Overuse-Related Injuries of the Musculoskeletal System: Systematic Review and Quantitative Synthesis of Injuries, Locations, Risk Factors and Assessment Techniques. **Sensors**, v.21, n.7, p. 24-38, 2021.

OWOEYE, O.B.A., et al. Reducing Injuries in Soccer (Football): an Umbrella Review of Best Evidence Across the Epidemiological Framework for Prevention. **Sports Med Open.** v.6, n.1, p.46-50, 2020.

PADUA, D.A., et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury. **J Athl Train.** v.53, n.1, p.5-19, 2019.

PLOTKIN, L.I., et al. RAGE Signaling in Skeletal Biology. **Curr Osteoporos Rep.** v.17, n.1, p.16-25, 2017.

REKIK, R.N., et al. Mechanisms of ACL injuries in men's football: A systematic video analysis over six seasons in the Qatari professional league. **Biol Sport.** v.40, n.2, p.575-586, 2023.

SANDON, A., et al. Increased occurrence of ACL injuries for football players in teams changing coach and for players going to a higher division. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** v.30, p.1380–1387, 2022.

SARGENTIM, S., PASSOS, T.F. **Treinamento Funcional no Futebol.** 5 ed. São Paulo: Phorte, 2012.

SILVERS-GRANELLI, H.J., et al. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? **Clin Orthop Relat Res.** v.475, n.10, p.2447-2455, 2017.

STØLEN, T., et al. Physiology of soccer: an update. **Sports Med.** v.35, n.6, p.501-36, 2005.

VAIENTI, E., et al. Understanding the human knee and its relationship to total knee replacement. **Acta Biomed.** 88, n.2, p.6-16, 2017

VAN BEIJSTERVELDT, A.M., et al. Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. **Br J Sports Med.** v.46, n.16, p.1114–1118, 2012

VARLEY, M.C., et al. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. **J. Sport Sci.** n.30, p.121–127, 2012.

VOLPI, P. et al. Risk factors of anterior cruciate ligament injury in football players: a systematic review of the literature. **Muscles Ligaments Tendons J.** v.6, n.4, p.480-485, 2016.

WALDEN, M., et al. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. **Br J Sports Med.** n.50, p.744–750, 2016.

WALDÉN, M., et al. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. **Br J Sports Med.** v.49, n.22, p.1452-60, 2015.

ZLOTNICKI, J.P., et al. Basic biomechanic principles of knee instability. **Curr Rev Musculoskelet Med.** v.9, n.2, p.114-22, 2016.