

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA
EDUCAÇÃO FÍSICA LICENCIATURA

ISABELLA LUIZA DAS GRAÇAS ROCHA BORGES

**CONTRIBUIÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA NA RECUPERAÇÃO DE LESÕES NA
ARTICULAÇÃO DO JOELHO: ESTUDO DE REVISÃO DE LITERATURA.**

GOIÂNIA, 2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome completo da autora: Isabella Luiza Das Graças Rocha Borges

Título do trabalho: "Contribuição da atividade física na recuperação de lesões na articulação do joelho: estudo de revisão de literatura"

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Isabella Luiza Das Graças Rocha Borges, Discente**, em 10/12/2024, às 10:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo Nora**, Professor do **Magistério Superior**, em 12/12/2024, às 07:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5024616** e o código CRC **A5B140EE**.

ISABELLA LUIZA DAS GRACAS ROCHA BORGES

**CONTRIBUIÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA NA RECUPERAÇÃO DE LESÕES NA
ARTICULAÇÃO DO JOELHO: ESTUDO DE REVISÃO DE LITERATURA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Educação Física, da
Faculdade de Educação Física e Dança da
Universidade Federal de Goiás - UFG, para
obtenção do título de licenciatura em Educação
Física, sob a orientação da professora Dr.^a.
Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo Nora.

GOIÂNIA, 2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Borges, Isabella Luiza das Graças Rocha
CONTRIBUIÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA NA RECUPERAÇÃO DE
LESÕES NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO: ESTUDO DE REVISÃO DE
LITERATURA [manuscrito] / Isabella Luiza das Graças Rocha Borges.
- 2024.
XLVI, 46 f.: il.

Orientador: Prof. Dra. Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo; co orientador Nora .

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Educação Física e Dança (FEFD), Educação Física, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Recuperação articular. 2. Ligamento cruzado anterior. 3. Cinesiologia Biomecânica. 4. Atividade Física. I. Dra. Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo, , orient. II. Título.

CDU 796



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na data de **06/12/2024**, às **10 horas**, no **auditório da Faculdade de Educação Física e Dança (FEFD)**, iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "**Contribuição da atividade física na recuperação de lesões na articulação do joelho: estudo de revisão de literatura**", de autoria de **Isabella Luiza Das Graças Rocha Borges**, do curso de **Educação Física - Licenciatura**, da Faculdade de Educação Física e Dança da Universidade Federal de Goiás (FEFD/UFG). Os trabalhos foram instalados pela **Profa. Dra. Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora - orientadora FEFD/UFG** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Mestranda Geovana Goulart Ribeiro de Freitas - PPGEF/UFG** e **Mestrando Samuel Ferreira Barbosa - PPGEF/UFG**. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de **10,0 (dez)**, tendo sido o TCC considerado **aprovado**.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Grazielle Da Silva Azevedo Nora, Professor do Magistério Superior**, em 12/12/2024, às 07:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Geovana Goulart Ribeiro De Freitas, Usuário Externo**, em 12/12/2024, às 11:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel Ferreira Barbosa, Discente**, em 12/12/2024, às 12:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5024615** e o código CRC **A32621A8**.

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditaram em mim e possibilitaram minha trajetória de forma mais branda, principalmente meus pais pois, sem o esforço de vocês eu não me encontraria onde estou hoje e nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar saúde e a oportunidade da realização dessa etapa em minha vida.

Sou imensuravelmente grata aos meus pais, minha mãe que sempre acreditou na minha melhor versão, incentivou e tornou possível que eu chegasse tão longe através de seu esforço contínuo sendo para mim a mulher mais inteligente do mundo. Ao meu pai que sempre teve tanto amor e cuidado, estando comigo nos dias de sol e chuva, nas madrugadas de idas e vindas da faculdade.

Agradeço às minhas irmãs, Rhinery Beatriz por sempre me ensinar a ter bondade e coragem para buscar o que é melhor pra mim, a Victória Emanuelle por me ensinar a ter persistência e maturidade para saber viver nesse mundo e a Émilly Amabilly por me ensinar a ter paciência e empatia para lidar com situações diversas.

Agradeço ao meu namorado Matheus Henrique pela compreensão, paciência e incentivo durante todos os momentos. Agradeço por acreditar em mim e por caminhar ao meu lado nesta jornada.

Quero expressar minha profunda gratidão à meus amigos, colegas e alunos que estiveram ao meu lado durante toda a trajetória acadêmica Millena Valéria, Eduardo Stival, Maria Eduarda, Gabriella Cardoso, Carpeggiani Filho, e Maiana Vaz. O apoio incondicional, as palavras de incentivo e o suporte emocional que recebi de vocês foram fundamentais para superar os desafios e concluir este trabalho com êxito. Sem a presença e o amor de vocês, nada disso seria possível.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica. Agradeço a transmissão de conhecimentos, orientações, revisões e críticas construtivas, que foram fundamentais para o desenvolvimento do meu TCC. Sua influência e dedicação foram imprescindíveis para meu crescimento pessoal e profissional.

Sou imensamente grata à minha orientadora Dr^a. Fernanda Nora pela dedicação, orientação precisa e valiosos ensinamentos fornecidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência, paciência e encorajamento foram fundamentais para a finalização bem-sucedida do meu TCC. Agradeço por acreditar em meu potencial e me guiar nessa jornada acadêmica.

Agradeço à Universidade Federal de Goiás por proporcionar um ambiente propício para a realização do meu TCC. Agradeço aos professores, funcionários e toda a equipe que contribuiu para minha formação acadêmica. Sou grata pela infraestrutura, recursos e oportunidades oferecidas durante todo o curso.

Ainda que eu tenha o dom de profecia e saiba todos os mistérios e todo o conhecimento, e tenha uma fé capaz de mover montanhas, se não tiver amor, nada serei. Coríntios 13:1

RESUMO

Objetivo: Este estudo tem como objetivo revisar a literatura científica para analisar como a atividade física contribui para a recuperação e prevenção de lesões na articulação do joelho, com ênfase nos princípios de cinesiologia e biomecânica, e no retorno seguro às atividades físicas e esportivas.

Metodologia: Realizou-se uma revisão sistemática da literatura, abrangendo estudos publicados entre 2004 e 2024 em bases como PubMed, Scielo e Google Scholar. Foram utilizados critérios rigorosos de inclusão e exclusão para selecionar artigos relacionados à cinesiologia, biomecânica e ao papel da atividade física no tratamento e prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) e de outras estruturas do joelho.

Resultados: A análise evidenciou que a prática de exercícios físicos planejados, incluindo exercícios em cadeia cinética fechada, aberta e proprioceptivos, promove benefícios significativos na recuperação funcional e na estabilidade articular. Além disso, a integração de técnicas como fortalecimento muscular e treinamento de mobilidade articular demonstrou ser eficaz para prevenir recidivas de lesões.

Conclusão: A atividade física, orientada de forma criteriosa e personalizada por profissionais especializados, é fundamental para a recuperação funcional e a prevenção de lesões na articulação do joelho. O planejamento progressivo e estruturado do retorno às atividades físicas é essencial para minimizar riscos e assegurar a longevidade esportiva.

Palavras-chave: Recuperação articular; Ligamento cruzado anterior; Cinesiologia Biomecânica; Atividade Física

ABSTRACT

Objective: This study aims to review the scientific literature to analyze how physical activity contributes to the recovery and prevention of knee joint injuries, with an emphasis on the principles of kinesiology and biomechanics, and the safe return to physical and sports activities.

Methodology: A systematic review of the literature was conducted, covering studies published between 2004 and 2024 in databases such as PubMed, Scielo, and Google Scholar. Rigorous inclusion and exclusion criteria were applied to select articles related to kinesiology, biomechanics, and the role of physical activity in the treatment and prevention of anterior cruciate ligament (ACL) injuries and other knee structures.

Results: The analysis revealed that planned physical exercise, including closed kinetic chain, open kinetic chain, and proprioceptive exercises, provides significant benefits for functional recovery and joint stability. Furthermore, the integration of techniques such as muscle strengthening and joint mobility training proved effective in preventing injury recurrence.

Conclusion: Physical activity, when carefully and individually guided by specialized professionals, is essential for functional recovery and the prevention of knee joint injuries. Progressive and structured planning of the return to physical activities is crucial to minimize risks and ensure sports longevity.

Keywords: Joint recovery; Anterior cruciate ligament; Kinesiological biomechanics; Physical activity

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fatores de Risco e Estratégias Preventivas de Lesão.....	34
Tabela 2: Organização do Retorno Progressivo ao Esporte e Estratégias Preventivas.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Articulação do Joelho: Principais Estruturas	17
---	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.METODOLOGIA	13
2.1. Formulação da Pergunta de Pesquisa.....	13
2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	13
2.3. Procedimentos de Busca	14
2.4. Seleção dos Estudos.....	14
2.5. Classificação Temática e Organização dos Conteúdos	14
3.CINESIOLOGIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO	16
3.1.Sistema Esquelético	16
3.2.Sistema Articular.....	17
3.3.Sistema Muscular.....	20
3.4. Amplitude de Movimento (ADM)	22
4.BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO E DA LESÃO	25
4.1Comportamento Cinemático da Articulação do Joelho	26
4.2Comportamento Cinético da Articulação do Joelho	28
4.3. Biomecânica da Lesão do Joelho.....	30
5.ATIVIDADE FÍSICA E LESÃO NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO	32
5.1Avaliação Prévia e Identificação de Fatores de Risco	32
5.2. Planejamento de Exercícios Físicos.....	33
5.3. Planejamento para o retorno seguro a atividade física	35
6.CONCLUSÃO	38
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1.INTRODUÇÃO

A atividade física tem sido amplamente reconhecida como uma intervenção eficaz na promoção da saúde e na prevenção de doenças crônicas, como obesidade e doenças cardiovasculares. Além de proporcionar benefícios à saúde mental e ao bem-estar, a prática regular de exercícios contribui significativamente para a capacidade funcional e a mobilidade dos indivíduos, refletindo em uma melhor qualidade de vida (TUCKER; FRIEDMAN, 2022). No contexto da reabilitação de lesões, especialmente as que envolvem articulações, como o joelho, a atividade física tem um papel fundamental ao auxiliar na recuperação e garantir um retorno seguro às atividades cotidianas e esportivas.

O joelho é uma das articulações mais complexas e fundamentais para a mobilidade e estabilidade do corpo humano. Ele integra uma cadeia motora que envolve também o quadril e o tornozelo, permitindo a execução de movimentos como correr, pular e agachar (ARLIANI et al., 2012). No entanto, devido à sua função de suporte de peso e sua exposição a altos níveis de estresse biomecânico, o joelho é particularmente suscetível a lesões. Entre as lesões mais prevalentes está a do ligamento cruzado anterior (LCA), uma das mais comuns em esportes de impacto e contato, como futebol, basquete e esqui (BEZERRA et al., 2022).

As lesões do LCA geralmente resultam de movimentos de torção ou hiperextensão do joelho, frequentemente associados a mudanças bruscas de direção, desacelerações rápidas ou saltos mal executados. Esses mecanismos comprometem a estabilidade do joelho e afetam a funcionalidade do membro inferior, limitando a capacidade de realizar atividades físicas e esportivas (OLIVEIRA et al., 2023).

A recuperação de uma lesão no LCA envolve um processo de reabilitação com diversas fases, que começam pelo controle da inflamação e dor, seguidas pelo aumento da amplitude de movimento, fortalecimento muscular e restabelecimento da propriocepção (FERNANDES et al., 2024). Nesse contexto, a atuação do profissional de educação física é crucial, especialmente no que se refere ao retorno ao esporte. A prescrição de exercícios adequados, focados no fortalecimento muscular e no controle neuromuscular, é essencial para garantir que o atleta recupere completamente a função do joelho e retorne às suas atividades esportivas de forma segura (SOARES; LIVRAMENTO, 2023).

Entre as principais abordagens de reabilitação física utilizadas no tratamento de lesões no LCA, os exercícios em cadeia cinética fechada (CCF) são amplamente recomendados por promoverem o fortalecimento dos músculos ao redor do joelho sem sobrecarregar a articulação. Esses exercícios devem ser realizados de forma progressiva, com aumento gradual de

intensidade conforme a evolução do paciente (ARAÚJO et al., 2023). Além disso, os exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) são importantes para o fortalecimento dos músculos isquiotibiais e quadríceps, ajudando a restaurar o equilíbrio entre esses grupos musculares, crucial para a estabilidade do joelho (OLIVEIRA et al., 2021).

Outro fator fundamental no processo de reabilitação é o treinamento proprioceptivo. A propriocepção, que frequentemente é comprometida após lesões ligamentares, refere-se à capacidade do corpo de perceber a posição das articulações e controlar os movimentos. O treinamento proprioceptivo é essencial para recuperar a estabilidade do joelho e prevenir novas lesões, especialmente durante o retorno ao esporte (SOARES; MELILLO, 2023).

O retorno ao esporte deve ser cuidadosamente monitorado, uma vez que retornar às atividades esportivas antes de completar a recuperação completa aumenta o risco de novas lesões. Estudos indicam que o retorno prematuro ao esporte, especialmente antes dos nove meses de reabilitação, pode elevar o risco de recidivas em até sete vezes (NASCIMENTO et al., 2023). Assim, o acompanhamento rigoroso por parte do profissional de educação física é fundamental para garantir que o atleta esteja fisicamente apto para retomar suas atividades, sem comprometer o processo de recuperação (SILVA; LIVRAMENTO, 2023).

Além do fortalecimento muscular e do treinamento proprioceptivo, técnicas de eletroestimulação neuromuscular (EENM) têm se mostrado eficazes na recuperação de lesões do LCA, especialmente no fortalecimento precoce do quadríceps. A mais nova abordagem proposta para a reabilitação da disfagia orofaríngea trata-se da eletroestimulação neuromuscular (EENM), considerada uma técnica não invasiva, aplicada através de eletrodos de forma transcutânea (GUIMARÃES, 2010). A combinação de EENM com exercícios de fortalecimento acelera o processo de reabilitação, permitindo um retorno mais seguro às atividades esportivas (OLIVEIRA et al., 2023).

Portanto, o objetivo geral deste estudo é revisar a literatura científica sobre a contribuição da atividade física na recuperação de lesões na articulação do joelho, com foco no retorno ao esporte de indivíduos que sofreram lesão no LCA. Especificamente, este estudo busca identificar as principais abordagens de reabilitação física utilizadas na recuperação de lesões do LCA, avaliar o papel do profissional de educação física na prescrição de exercícios para o fortalecimento muscular e proprioceptivo, e analisar os riscos e benefícios do retorno precoce ao esporte após a reabilitação de uma lesão no LCA (FERNANDES et al., 2024).

2.METODOLOGIA

Este estudo consistiu em uma revisão de literatura sistemática, com o objetivo de analisar a contribuição da atividade física na recuperação e prevenção de lesões da articulação do joelho. O processo seguiu etapas metodológicas rigorosas, baseadas em fontes de alta relevância e confiabilidade. As etapas detalhadas a seguir descrevem o procedimento adotado.

2.1. Formulação da Pergunta de Pesquisa

A primeira etapa envolveu a definição da pergunta de pesquisa, essencial para orientar toda a revisão. A pergunta elaborada foi: "De que forma a atividade física contribui para a recuperação e prevenção de lesões na articulação do joelho, com ênfase na cinesiologia e biomecânica?". Esta pergunta foi estruturada com base nas lesões mais comuns, como as do ligamento cruzado anterior (LCA), e na importância do tratamento com atividade física.

2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos para garantir a relevância e qualidade dos estudos revisados, contribuindo para o rigor metodológico da pesquisa. Foram incluídos estudos publicados entre 2004 e 2024, redigidos em português ou inglês, abrangendo artigos e capítulos de livros que abordassem lesões na articulação do joelho, com foco na cinesiologia, biomecânica e no papel da atividade física na recuperação e prevenção dessas lesões. Apenas estudos revisados por pares e indexados em bases de dados reconhecidas, como PubMed, Scielo e Google Scholar, foram selecionados. Além disso, foram considerados livros que tratassem da cinesiologia e biomecânica da articulação do joelho e da atividade física como recurso terapêutico.

Por outro lado, foram excluídos trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, resumos e trabalhos publicados em anais de eventos científicos. Estudos que não abordassem diretamente a temática da articulação do joelho ou que não focassem na atividade física como método de tratamento também foram descartados, assim como artigos publicados antes de 2004 e estudos indisponíveis em texto completo.

2.3. Procedimentos de Busca

A busca por literatura foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scielo, e Google Scholar, utilizando as palavras-chave: “lesão do joelho,” “ligamento cruzado anterior” e “atividade física”. As palavras-chave foram combinadas utilizando operadores booleanos (AND, OR) para aumentar a abrangência da busca e refinar os resultados. Além dos artigos científicos, também foram consultados livros especializados em cinesiologia e biomecânica como fontes complementares de dados. A seleção final incluiu estudos que cumpriram os critérios de inclusão, e foram verificados estudos citados nas referências para garantir que a revisão fosse abrangente e baseada em múltiplas perspectivas sobre o tema.

2.4. Seleção dos Estudos

A seleção dos estudos foi feita em duas fases: primeiramente, foram analisados títulos e resumos, resultando na exclusão dos artigos que não atendiam aos critérios estabelecidos. Em seguida, os artigos completos foram lidos criticamente para garantir sua relevância ao tema. A avaliação crítica dos estudos incluiu a análise dos métodos, resultados e aplicabilidade dos achados no contexto da recuperação e prevenção de lesões do joelho.

2.5. Classificação Temática e Organização dos Conteúdos

Os estudos selecionados foram organizados em quatro categorias temáticas, considerando a abordagem do conteúdo e sua relevância para a pergunta de pesquisa. A primeira categoria, Cinesiologia da Articulação do Joelho, abrange estudos que exploram a estrutura anatômica e o funcionamento da articulação do joelho, com ênfase nos padrões de movimento, na ativação muscular e na amplitude de movimento.

A segunda categoria, Biomecânica da Articulação do Joelho e Lesões, inclui trabalhos que discutem os fatores biomecânicos associados às lesões do joelho, como as do ligamento cruzado anterior (LCA), destacando as tensões aplicadas às estruturas articulares e os mecanismos que levam às lesões.

A terceira categoria, Atividade Física no Tratamento de Lesões da Articulação do Joelho, reúne artigos que analisam o papel dos exercícios físicos no fortalecimento muscular, na propriocepção e na melhoria da mobilidade, contribuindo para a recuperação funcional após lesões. Por fim, a quarta categoria, Atividade Física na Prevenção de Lesões da Articulação do Joelho, inclui estudos que examinam estratégias preventivas baseadas em programas de

exercícios projetados para aprimorar a estabilidade articular e o equilíbrio muscular, reduzindo os riscos de novas lesões.

Os estudos foram analisados criticamente e organizados dentro dessas categorias temáticas. Cada trabalho foi comparado no contexto de seu respectivo eixo temático, permitindo identificar as intervenções mais eficazes e relevantes para a recuperação e prevenção de lesões na articulação do joelho.

3.CINESIOLOGIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

A articulação do joelho é uma das mais complexas e importantes do corpo humano, sendo responsável por movimentos fundamentais que envolvem suporte de peso e mobilidade, como caminhar, correr, agachar e saltar. Ela precisa ser estável o suficiente para suportar grandes cargas, mas também flexível o bastante para permitir uma ampla gama de movimentos. Entre os movimentos permitidos pelo joelho estão a flexão, a extensão e, de forma limitada, a rotação. No entanto, essa rotação só ocorre quando o joelho está em posição de flexão. O presente capítulo analisa os componentes do sistema esquelético, articular e muscular que permitem esses movimentos e explora a amplitude de movimento da articulação do joelho, relacionando-os com o desempenho em atividades físicas e esportivas.

3.1. Sistema Esquelético

A articulação do joelho é formada por três ossos principais: o fêmur, a tíbia e a patela. O fêmur, o osso mais longo e robusto do corpo humano, articula-se com a tíbia através dos côndilos medial e lateral. Esses côndilos são cobertos por cartilagem articular, que facilita o deslizamento suave dos ossos durante os movimentos. A articulação femorotibial, formada entre o fêmur e a tíbia, é a principal responsável pela flexão e extensão do joelho, permitindo movimentos essenciais para atividades como andar, correr e saltar (FLOYD, 2024).

A patela é um osso sesamoide localizado na parte anterior do joelho, embutido no tendão do quadríceps. Sua função principal é aumentar a eficiência mecânica do músculo quadríceps durante a extensão do joelho, funcionando como um ponto de apoio. Isso é particularmente importante em atividades como o ciclismo e o agachamento, onde a extensão repetida do joelho gera grandes forças que precisam ser distribuídas pela articulação (SACCO; TANAKA, 2008).

A fíbula, localizada lateralmente à tíbia, também desempenha um papel importante, embora indireto, na articulação do joelho. Ela serve como ponto de inserção para vários músculos e ligamentos, contribuindo para a estabilidade lateral do joelho. Durante atividades físicas que envolvem mudanças rápidas de direção, como no futebol e basquete, a fíbula ajuda a suportar as forças laterais que são aplicadas sobre o joelho (NEUMANN, 2011).

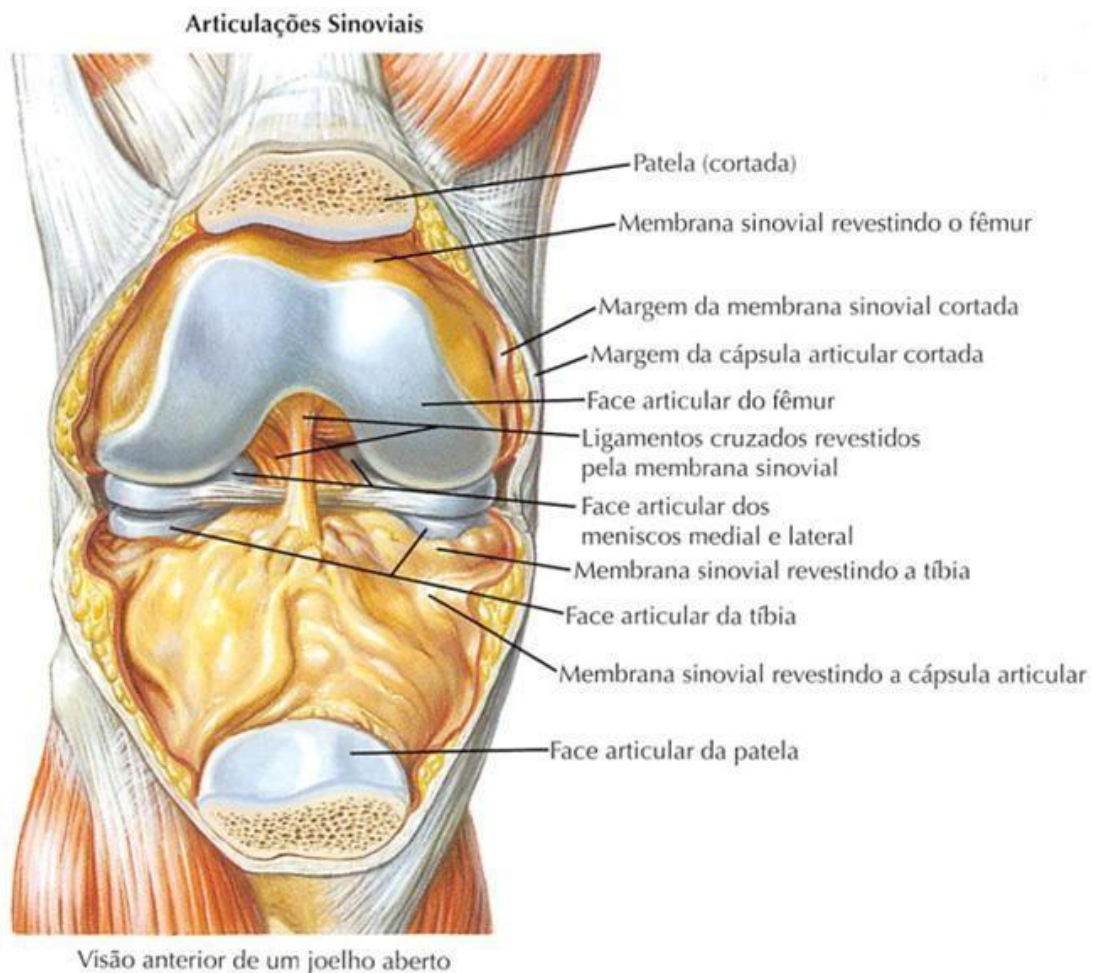
Os meniscos, localizados entre os côndilos do fêmur e os platôs da tíbia, são discos fibrocartilagosos em forma de "C" que atuam como amortecedores de impacto e ajudam a distribuir as forças de maneira uniforme sobre a articulação. Eles são fundamentais para a saúde articular a longo prazo, especialmente em atletas que realizam movimentos repetitivos e de alta

intensidade. Os meniscos também aumentam a congruência entre as superfícies articulares, reduzindo o risco de desgaste da cartilagem e lesões nos ligamentos (KAEMPF, 2008).

3.2. Sistema Articular

O joelho é classificado como uma articulação sinovial do tipo dobradiça modificada, permitindo principalmente os movimentos de flexão e extensão, além de uma leve rotação quando o joelho está flexionado. A rotação só ocorre quando a articulação está dobrada, pois em extensão completa, os ligamentos ficam tensionados, restringindo o movimento rotacional. Esse movimento rotacional é fundamental em atividades físicas que envolvem mudanças de direção e movimentos de torção, como em esportes de alto impacto, como o futebol e o basquete, a figura 1 apresenta as estruturas que compõem a articulação do joelho.

Figura 1:Articulação do Joelho: Principais Estruturas



Fonte: THOMPSON, J. Netter atlas de anatomia ortopédica. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011

A articulação femorotibial é a principal responsável pelos movimentos de flexão e extensão do joelho. Durante a flexão, a tíbia desliza posteriormente em relação ao fêmur, enquanto durante a extensão ela desliza para frente. Além de permitir esses movimentos primários, a articulação femorotibial também proporciona uma pequena rotação interna e externa, que só é viável quando o joelho está flexionado. Quando a articulação está completamente estendida, os ligamentos colaterais e cruzados se tensionam, limitando a rotação. Durante atividades físicas como agachamentos, corridas e saltos, essa articulação suporta a maior parte do peso corporal e absorve os impactos gerados, protegendo outras estruturas articulares e ósseas (FLOYD, 2024).

A articulação femoropatelar, formada entre a superfície posterior da patela e o sulco troclear do fêmur, desempenha um papel crucial no aumento da eficiência do quadríceps durante a extensão do joelho. A patela atua como um ponto de apoio, aumentando o braço de alavanca do quadríceps e facilitando a extensão do joelho, o que é especialmente importante em atividades como o ciclismo, onde a extensão repetida gera grandes forças que precisam ser distribuídas uniformemente pela articulação. Além disso, essa articulação protege a superfície anterior do fêmur contra desgastes e lesões articulares, assegurando que a força aplicada seja absorvida de maneira eficaz (NEUMANN, 2011).

Embora a articulação tibiofibular tenha um papel menor na mobilidade do joelho, ela contribui significativamente para a estabilidade lateral da articulação. Ela ocorre entre a cabeça da fíbula e a parte superior da tíbia, ajudando a dissipar as forças laterais que atuam sobre o joelho durante atividades físicas que envolvem torções e movimentos laterais, como o tênis e o futebol. A fíbula, além de sua função de estabilização lateral, também serve como ponto de inserção para vários ligamentos e músculos que desempenham papéis fundamentais na estabilização dinâmica do joelho durante atividades que envolvem mudanças bruscas de direção (WARD, 2023).

A cápsula articular do joelho é uma estrutura fibrosa que envolve toda a articulação, contendo a membrana sinovial, responsável pela produção de líquido sinovial. Esse líquido tem a função de lubrificar as superfícies articulares, permitindo um deslizamento suave entre os ossos e reduzindo o atrito. Durante atividades físicas intensas, como correr ou saltar, a produção de líquido sinovial aumenta para proteger as superfícies articulares contra o desgaste excessivo e danos. Além disso, a cápsula articular atua como uma barreira que mantém a integridade estrutural da articulação, protegendo-a contra forças externas e prevenindo lesões (SACCO; TANAKA, 2008).

Os meniscos, embora não sejam tecnicamente ligamentos, desempenham um papel fundamental na articulação do joelho. São estruturas fibrocartilaginosas em forma de meia-lua localizadas entre os côndilos do fêmur e os platôs tibiais, e funcionam como amortecedores. Os meniscos medial e lateral têm a função de distribuir as forças de carga de maneira uniforme, absorvendo os impactos e protegendo as superfícies articulares. Eles também aumentam a congruência entre as superfícies ósseas, proporcionando maior estabilidade durante o movimento e reduzindo o risco de lesões e desgaste precoce da cartilagem articular. Durante atividades físicas que envolvem saltos ou mudanças de direção, os meniscos ajudam a estabilizar o joelho, garantindo que a articulação funcione de maneira eficiente e segura (KAEMPF, 2008).

Os ligamentos do joelho são fundamentais para a estabilidade da articulação, especialmente durante atividades físicas que envolvem movimentação rápida, mudanças de direção e resistência a forças externas. O Ligamento Cruzado Anterior (LCA) conecta o fêmur à tibia e impede o deslizamento anterior da tibia em relação ao fêmur. O LCA é essencial para a estabilidade dinâmica do joelho, controlando a rotação e o deslizamento da tibia durante atividades como o futebol e o basquete, onde mudanças rápidas de direção são comuns. Lesões nesse ligamento são frequentes em esportes de alto impacto, muitas vezes resultando em instabilidade articular e necessidade de intervenção cirúrgica para restaurar a função normal do joelho (CASTRO et al., 2003).

O Ligamento Cruzado Posterior (LCP), por outro lado, impede o deslizamento posterior da tibia em relação ao fêmur. Ele é particularmente importante para a estabilidade do joelho em posições de flexão profunda, como durante agachamentos ou ao descer escadas. O LCP é mais espesso e resistente que o LCA, tornando-se menos suscetível a lesões. No entanto, quando ocorre uma lesão, geralmente é resultado de traumas de alta energia, como acidentes automobilísticos. A lesão no LCP pode comprometer a estabilidade posterior do joelho, dificultando atividades cotidianas que envolvem flexão do joelho (FAUSTINO, 2003).

O Ligamento Colateral Medial (LCM) está localizado na parte interna do joelho e é responsável por resistir a forças em valgo, que tendem a abrir o joelho medialmente. Em esportes de contato, como o rugby e o futebol americano, o LCM está especialmente vulnerável a lesões devido a impactos diretos na parte lateral do joelho. Lesões nesse ligamento podem resultar em dor e instabilidade significativas, prejudicando a capacidade de controlar movimentos laterais e realizar atividades que exigem estabilidade interna do joelho (NEUMANN, 2011).

O Ligamento Colateral Lateral (LCL), localizado na parte externa do joelho, conecta o côndilo lateral do fêmur à cabeça da fíbula. Sua principal função é prevenir o deslizamento lateral do joelho e resistir a forças em varo, que tentam abrir o joelho lateralmente. Embora menos suscetível a lesões que o LCM, o LCL pode ser lesionado em quedas ou impactos laterais diretos, especialmente em esportes que envolvem torções e mudanças rápidas de direção, como o futebol e o basquete (HAMILL; KNUTZEN, 1999).

Essas estruturas ligamentares e meniscais trabalham de maneira coordenada para garantir a estabilidade e a funcionalidade do joelho tanto durante movimentos dinâmicos quanto em situações de suporte de peso estático. A integridade desses componentes é crucial para a prevenção de lesões e para o desempenho eficaz em atividades físicas que exigem força, agilidade e controle articular.

3.3. Sistema Muscular

O sistema muscular que envolve a articulação do joelho é essencial tanto para a produção de força quanto para a estabilidade dinâmica, permitindo a execução dos movimentos de flexão, extensão e rotação. Esses músculos não apenas permitem o movimento, mas também protegem a articulação contra lesões, especialmente durante atividades físicas intensas, como correr, saltar e agachar, além de atividades diárias como subir escadas ou levantar-se de uma cadeira. A seguir, serão abordados os principais grupos musculares envolvidos e suas funções no contexto de atividades físicas e de vida diária.

O quadríceps femoral, o principal grupo muscular responsável pela extensão do joelho, é composto por quatro músculos: o reto femoral, o vasto lateral, o vasto medial e o vasto intermédio. Estes músculos trabalham em conjunto para estender o joelho, o que é fundamental para realizar atividades como correr em alta velocidade, saltar em altura ou levantar-se de uma posição sentada. O movimento de extensão do joelho é essencial, por exemplo, quando se sobe uma escada ou ao se levantar de uma cadeira, pois o quadríceps é o principal motor para esses movimentos.

O reto femoral, além de sua função na extensão do joelho, também atua na flexão do quadril, sendo um músculo bi articular. Sua contribuição é especialmente notável em movimentos que exigem impulsão, como os saltos verticais, pois ele coordena tanto a flexão do quadril quanto a extensão do joelho. Um exemplo prático de sua atuação ocorre ao subir um degrau alto ou ao impulsionar o corpo para um salto. Já o vasto lateral, localizado na parte externa da coxa, além de auxiliar na extensão do joelho, desempenha um papel importante na estabilização lateral da patela, garantindo que ela se mantenha alinhada durante o movimento

de extensão. Isso é crucial em atividades como corrida e ciclismo, que exigem movimentos repetitivos de extensão do joelho, onde o alinhamento da patela previne sobrecargas articulares laterais.

O vasto medial tem uma função crítica na estabilização da patela, especialmente durante a extensão do joelho em atividades que envolvem movimentos amplos de flexão, como agachamentos profundos. Esse músculo é fundamental para evitar o deslocamento lateral da patela, ajudando a manter o alinhamento correto da articulação. Durante atividades como agachar para pegar um objeto no chão ou ao realizar exercícios como o leg press, o vasto medial garante a estabilidade e o alinhamento da patela. Já o vasto intermédio, situado entre o vasto lateral e o vasto medial, é um dos principais responsáveis por gerar a força necessária para a extensão do joelho em atividades de alta intensidade, como o levantamento de peso ou mesmo ao carregar sacolas pesadas, onde a demanda muscular é significativa.

O grupo dos isquiotibiais, composto pelo bíceps femoral, semitendíneo e semimembranoso, é o principal responsável pela flexão do joelho, além de auxiliar na rotação interna e externa quando o joelho está em flexão. Esses músculos são fundamentais em atividades que exigem desaceleração e mudanças rápidas de direção, como a corrida e o salto.

O bíceps femoral, dividido em duas cabeças (longa e curta), atua tanto na flexão do joelho quanto na rotação lateral quando o joelho está flexionado. Durante atividades como o futebol ou basquete, o bíceps femoral é essencial para controlar a perna em movimentos que envolvem mudanças rápidas de direção. Em uma atividade diária, como descer uma ladeira, o bíceps femoral ajuda a controlar a velocidade da perna, prevenindo quedas.

O semitendíneo e o semimembranoso, localizados na parte posterior da coxa, são responsáveis pela flexão do joelho e pela rotação medial da articulação. Eles desempenham um papel crucial na estabilização do joelho durante movimentos de alta intensidade, como a corrida, onde são necessários para desacelerar a perna durante a fase de balanço da corrida. Em atividades cotidianas, como agachar para pegar um objeto do chão ou ajoelhar-se para amarrar os sapatos, esses músculos são ativados para controlar a flexão e a estabilidade do joelho. Sua função estabilizadora também é essencial no ciclismo, onde o movimento repetitivo de flexão e extensão exige controle muscular contínuo (FLOYD, 2024).

Além dos músculos responsáveis pela extensão e flexão do joelho, há também músculos que desempenham funções de estabilização. O músculo poplíteo, localizado na parte posterior do joelho, é responsável por desbloquear o joelho no início da flexão, atuando na rotação interna da articulação quando o joelho está flexionado. Esse músculo é ativado em atividades como caminhar, especialmente ao iniciar o movimento de flexão ao dar um passo, e em atividades

esportivas que exigem rápida mudança de direção. Já o tensor da fáscia lata, em conjunto com o trato iliotibial, desempenha um papel essencial na estabilização lateral do joelho durante a marcha e a corrida, evitando que o joelho colapse para dentro. Esse músculo é particularmente importante para manter a estabilidade durante a caminhada em terrenos irregulares ou durante a corrida, quando há maior demanda de controle muscular.

Esses grupos musculares trabalham de maneira coordenada para garantir tanto a mobilidade quanto a estabilidade da articulação do joelho, permitindo que o indivíduo execute uma variedade de atividades físicas e tarefas diárias de maneira eficiente e segura. A integridade e o equilíbrio desses músculos são essenciais para prevenir lesões e garantir o desempenho ideal em atividades que exigem força, flexibilidade e estabilidade articular.

3.4. Amplitude de Movimento (ADM)

A amplitude de movimento (ADM) do joelho é essencial para a execução de uma ampla variedade de atividades físicas e de vida diária, pois define o quanto a articulação pode se mover em termos de flexão, extensão e rotação. Esses movimentos, que ocorrem em diferentes planos e eixos, são fundamentais para garantir a funcionalidade e o desempenho eficientes da articulação, tanto em contextos atléticos quanto nas atividades cotidianas. Uma amplitude de movimento adequada no joelho contribui para a prevenção de lesões, melhora a performance atlética e facilita movimentos básicos do dia a dia (NEUMANN, 2017; SACCO; TANAKA, 2019; ENOKA, 2024).

No plano sagital, os movimentos de flexão e extensão do joelho são os principais. A flexão do joelho pode variar de 0 a 135 graus, dependendo da atividade física realizada e da posição corporal. Durante a flexão, o joelho se move em torno de um eixo transversal, permitindo que a tíbia deslize sob o fêmur (SACCO; TANAKA, 2019; FLOYD, 2024). Atividades físicas como o agachamento, a corrida e o ciclismo exigem um grau significativo de flexão para que o corpo se mova de forma eficiente. Por exemplo, ao realizar um agachamento profundo com pesos, a flexão do joelho pode atingir até 135 graus, o que maximiza o recrutamento muscular dos quadríceps e glúteos, melhorando a força e a resistência muscular (ALDERINK; ASHBY, 2023). Da mesma forma, durante a fase de impulso na corrida, o joelho flexiona para permitir que o pé seja levado para frente com maior eficiência, melhorando a propulsão.

A flexão adequada também desempenha um papel importante nas atividades de vida diária, como ao sentar-se e levantar-se de uma cadeira. Ao agachar-se para pegar um objeto do chão, a flexão do joelho permite que o corpo baixe sem comprometer a postura ou sobrecarregar

a coluna lombar (LIPPERT, 2024). Quando a ADM de flexão é limitada, essas atividades simples podem se tornar desafiadoras e potencialmente lesivas (FLOYD, 2024; ENOKA, 2024).

A extensão do joelho refere-se ao movimento de retorno à posição neutra ou totalmente estendida, que é limitada a 0 graus em uma articulação saudável. A extensão completa do joelho é essencial para a realização de atividades físicas que envolvem propulsão e estabilização (NEUMANN, 2017). Durante a corrida e o salto, a extensão do joelho na fase de apoio permite que o corpo gere força e impulso para avançar ou saltar mais alto. A ADM adequada na extensão também garante que o joelho absorva de maneira eficiente as forças de impacto durante o contato com o solo, prevenindo sobrecargas nos músculos e nas articulações. Em atividades de vida diária, como caminhar ou subir escadas, a extensão completa do joelho garante que o corpo tenha uma base estável, essencial para a mobilidade funcional (SACCO; TANAKA, 2019; ENOKA, 2024).

Além dos movimentos no plano sagital, o joelho também realiza movimentos de rotação no plano transversal, mas isso só ocorre quando o joelho está flexionado (LIPPERT, 2024). A rotação do joelho é limitada pela posição dos ligamentos colaterais e cruzados, que ficam relaxados quando o joelho está flexionado, permitindo uma maior amplitude de movimento. A rotação medial (interna) pode atingir cerca de 10 a 15 graus, enquanto a rotação lateral (externa) pode variar entre 30 a 40 graus (NEUMANN, 2017; FLOYD, 2024). Esses movimentos rotacionais são cruciais em atividades físicas que envolvem mudanças rápidas de direção e pivôs, como no tênis, futebol e basquete. Durante um drible no basquete ou um corte rápido no futebol, a rotação do joelho em flexão permite que o jogador gire sobre a perna de apoio sem comprometer a estabilidade articular ou colocar em risco os ligamentos, como o ligamento cruzado anterior (LCA) (ALDERINK; ASHBY, 2023; ENOKA, 2024).

Na atividade de vida diária, a rotação do joelho também é importante para atividades que envolvem girar o corpo enquanto os pés permanecem no chão, como ao virar-se para alcançar um objeto ao lado. A rotação adequada do joelho garante que o movimento ocorra de maneira fluida, sem sobrecarregar as estruturas ligamentares e musculares da articulação (SACCO; TANAKA, 2019; LIPPERT, 2024). Se a rotação estiver limitada, pode haver compensações nos quadris ou na coluna, resultando em dores ou lesões.

A rotação do joelho, quando mal controlada ou forçada além da ADM normal, pode levar a lesões graves, como rupturas dos ligamentos cruzados ou lesões meniscais. Em atividades esportivas, a rotação inadequada, muitas vezes combinada com desacelerações rápidas, é uma das principais causas de lesões no LCA, destacando a importância de manter e

melhorar a ADM por meio de exercícios de alongamento e fortalecimento muscular (ALDERINK; ASHBY, 2023; FLOYD, 2024).

Portanto, a amplitude de movimento adequada no joelho é fundamental para o desempenho eficiente em atividades físicas e para a realização segura das tarefas diárias. A flexão, a extensão e a rotação do joelho trabalham em conjunto para garantir que a articulação funcione com eficiência, prevenindo lesões e otimizando o uso de energia durante os movimentos. No contexto da atividade física, uma ADM adequada melhora a performance atlética, maximiza o recrutamento muscular e protege contra lesões articulares e ligamentares (SACCO; TANAKA, 2019; LIPPERT, 2024; ENOKA, 2024). No contexto da vida diária, ela facilita a mobilidade funcional, garantindo que o indivíduo possa realizar suas tarefas cotidianas com segurança e eficiência (NEUMANN, 2017; FLOYD, 2024).

4. BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO E DA LESÃO

O joelho é uma articulação sinovial complexa, composta por diversas estruturas que permitem flexão, extensão e uma rotação limitada. Essas estruturas incluem a articulação tibiofemoral e a articulação patelofemoral, além de importantes elementos estabilizadores, como os ligamentos cruzados e os meniscos. A biomecânica do joelho é essencial para entender tanto o funcionamento saudável da articulação quanto os mecanismos que levam a lesões (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

Ao realizar suas principais funções, o joelho é capaz de transferir forças e momentos que atuam em várias direções, assegurando a estabilidade e a eficiência do movimento. Entretanto, essa complexidade estrutural faz com que a articulação seja suscetível a lesões, especialmente durante atividades que envolvem mudanças bruscas de direção, desaceleração ou força de impacto. A capacidade de amortecer e distribuir cargas é fundamental para o bom funcionamento do joelho, mas falhas nesse sistema podem levar a danos significativos (WEBSTER; FELLER, 2018).

O eixo de rotação do joelho não é fixo, ele se move conforme a articulação flexiona ou estende. Esse eixo de rotação variável contribui para a eficiência da biomecânica do joelho, mas também introduz fatores de risco. Movimentos de rotação associados a torções excessivas, por exemplo, podem resultar em lesões ligamentares, como rupturas do ligamento cruzado anterior (LCA) (YU; GARRETT, 2007). A complexidade do eixo de rotação também desempenha um papel fundamental na distribuição da carga durante atividades físicas.

Além de flexão e extensão, a articulação tibiofemoral possui um movimento rotacional quando o joelho está flexionado. Essa capacidade rotacional é controlada por estruturas ligamentares, que limitam movimentos excessivos e protegem a articulação de lesões. No entanto, quando essas estruturas são submetidas a forças de torção acima de sua capacidade, podem ocorrer lesões graves, como rupturas ligamentares e lesões meniscais (MCNULTY; GUILAK, 2015).

Os sistemas de alavanca do corpo humano também desempenham um papel crítico na biomecânica do joelho. Durante a extensão do joelho, o quadríceps exerce uma força significativa para mover a tíbia. Esse sistema de alavanca de terceira classe é eficiente em gerar velocidade e força, mas também coloca uma grande carga sobre as estruturas do joelho. Por exemplo, durante atividades como saltos e corridas, a carga sobre o joelho pode ser até oito vezes o peso corporal, aumentando o risco de lesões (WELLING; FRIK, 2024).

As estruturas musculares e ligamentares trabalham em conjunto para manter a estabilidade do joelho. Os músculos isquiotibiais, por exemplo, agem como antagonistas durante a extensão do joelho, protegendo a articulação contra hiperextensão. A falta de coordenação muscular ou desequilíbrios de força podem comprometer a estabilidade articular, resultando em lesões. O fortalecimento muscular é, portanto, crucial na prevenção de lesões de joelho (GOKELER; DINGENEN; HEWETT, 2022).

A articulação patelofemoral, que envolve a patela e o fêmur, também é crítica para a função do joelho. Durante a flexão e extensão, a patela desliza sobre a superfície do fêmur, ajudando a transmitir forças do quadríceps para a tibia. O desalinhamento ou a sobrecarga dessa articulação pode levar a síndromes de dor patelofemoral e outras complicações, destacando a importância da biomecânica correta para prevenir lesões (HALL, 1991).

Os meniscos do joelho atuam como amortecedores, distribuindo as forças de carga e estabilizando a articulação. Eles absorvem o impacto e ajudam a prevenir o desgaste da cartilagem articular. A perda ou lesão meniscal altera a biomecânica do joelho, aumentando o risco de osteoartrite. Lesões meniscais são comuns em atletas e em pessoas que realizam atividades que envolvem torções e flexões profundas (DA ROSA et al., 2018).

A força de reação articular (FRA) é outra consideração importante na biomecânica do joelho. Essa força é o resultado da interação entre as forças musculares, a gravidade e as forças externas. Quando a FRA é muito alta, as estruturas articulares podem ser sobrecarregadas, resultando em lesões. O uso de modelos biomecânicos ajuda a estimar essas forças e a entender como as atividades diárias ou esportivas podem impactar o joelho (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

O estudo da biomecânica do joelho é essencial para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e reabilitação de lesões. Programas de fortalecimento muscular, treinamento proprioceptivo e o uso de órteses são métodos eficazes para proteger a articulação. A análise biomecânica pode fornecer insights valiosos sobre como otimizar o desempenho atlético e reduzir o risco de lesões (WEBSTER; FELLER, 2018).

4.1 Comportamento Cinemático da Articulação do Joelho

A análise cinemática do joelho se concentra no movimento da articulação sem considerar as forças que o causam. O joelho, sendo uma articulação sinovial, realiza principalmente movimentos de flexão e extensão no plano sagital. No entanto, a cinemática do joelho é mais complexa devido à presença de movimentos acessórios, como rotação e translação (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

Durante a flexão, a tíbia rola posteriormente sobre o fêmur e desliza anteriormente, um movimento necessário para manter a congruência articular. A rotação interna e externa da tíbia ocorre quando o joelho está flexionado, sendo limitada por ligamentos e pela forma das superfícies articulares. Esse movimento rotacional é essencial em atividades esportivas, mas pode ser um ponto de vulnerabilidade quando ocorre de forma não controlada (MCNULTY; GUILAK, 2015). Os movimentos do joelho são frequentemente analisados em termos de planos anatômicos: sagital, frontal e transverso. A flexão e a extensão ocorrem no plano sagital, enquanto os movimentos de varo e valgo ocorrem no plano frontal. Já a rotação da tíbia ocorre no plano transverso. A capacidade de combinar esses movimentos é o que confere ao joelho sua funcionalidade, mas também sua suscetibilidade a lesões (WEBSTER; FELLER, 2018).

A posição anatômica serve como ponto de referência para a descrição dos movimentos do joelho. Quando o joelho está totalmente estendido, a articulação está travada em uma posição estável. A flexão libera essa estabilidade, permitindo a rotação da tíbia. Esse mecanismo de travamento e destravamento é crucial para a eficiência do movimento e a prevenção de lesões (YU; GARRETT, 2007).

O eixo de rotação do joelho se desloca conforme a articulação se move, criando um movimento não linear que é difícil de modelar biomecanicamente. A análise cinemática desse eixo de rotação variável é importante para entender como as forças são distribuídas através da articulação e como lesões podem ocorrer quando esse sistema é sobrecarregado (GOKELER; DINGENEN; HEWETT, 2022).

O sistema de alavancas do joelho é outro aspecto crítico. Durante a extensão, o quadríceps aplica uma força que é transmitida pela patela para a tíbia. Esse sistema é eficiente para gerar força e velocidade, mas também coloca uma carga significativa na articulação patelofemoral. O desalinhamento ou a fraqueza muscular podem comprometer a eficiência desse sistema, aumentando o risco de lesões (HALL, 1991).

A cadeia cinética é um termo utilizado para descrever a ativação sequencial dos segmentos do membro da perna, permitindo gerar força, estabilização da perna e transferência da força para a extremidade distal da cadeia. Um exercício em cadeia cinética aberta pode ser considerado uma atividade em que o componente distal da extremidade não está fixo, mas livre no espaço, proporcionando um movimento do segmento de forma isolada. Além disso, comumente considera-se que nesse tipo de exercício não há descarga de peso. A cadeia cinética fechada envolve exercícios com movimentos multiarticulares executados com a extremidade distal fixa, frequentemente com descarga de peso associada (Davies GJ, Heiderscheit BC, Clark M, 2006).

A propriocepção também é um fator influente na escolha desses exercícios, pois se acredita que o feedback seja mais eficiente graças às forças de compressão do corpo e o contato do pé com o chão, além de reproduzir movimentos funcionais comumente executados nas atividades de vida diária (Fehr GL, Cliquet Jr A, Cacho EWA, Miranda JB, 2006).

A análise cinemática também considera os movimentos acessórios do joelho, que incluem deslizamento e rolamento das superfícies articulares. Esses movimentos são essenciais para a distribuição uniforme das cargas e para a prevenção de lesões. A falta de movimento acessório adequado pode resultar em problemas como desgaste articular e dor crônica (WELLING; FRIK, 2024).

O controle muscular é fundamental para a cinemática do joelho. Os músculos que cruzam o joelho, como o quadríceps e os isquiotibiais, devem trabalhar em conjunto para manter a estabilidade articular. A fraqueza ou desequilíbrio nesses músculos pode levar a um aumento do risco de lesões, especialmente durante atividades de alta intensidade (WEBSTER; FELLER, 2018).

A flexibilidade da articulação do joelho é outro fator importante. A falta de flexibilidade pode limitar a amplitude de movimento e aumentar a tensão nos ligamentos e nos tendões. Por outro lado, a hipermobilidade pode levar a instabilidade articular. Portanto, é importante encontrar um equilíbrio entre flexibilidade e estabilidade para otimizar o desempenho e prevenir lesões (DA ROSA et al., 2018).

Por fim, a análise cinemática pode ser usada para desenvolver programas de treinamento e reabilitação personalizados. O uso de tecnologias como análise de vídeo e sistemas de captura de movimento permite uma compreensão detalhada dos padrões de movimento e pode ajudar a corrigir disfunções antes que elas resultem em lesões (ZERNICKE ET AL, 2023).

4.2 Comportamento Cinético da Articulação do Joelho

A análise cinética foca nas forças que causam o movimento do joelho, como o torque gerado pelos músculos e a força de reação articular. O torque é definido como o efeito de uma força que causa rotação em torno de um eixo. No caso do joelho, o torque produzido pelos músculos esqueléticos é essencial para controlar o movimento (HALL, 2024).

A linha de ação dos músculos que cruzam o joelho muda conforme a articulação se move, alterando o braço de momento e, conseqüentemente, a quantidade de torque gerado. Por exemplo, durante a flexão do joelho, o braço de momento do quadríceps é maior quando o joelho está em torno de 90° de flexão, o que aumenta a eficiência da produção de força (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

O centro articular instantâneo é outro conceito importante na análise cinética. Como o joelho não é uma articulação de dobradiça perfeita, o eixo de rotação se desloca conforme a articulação se move. Esse deslocamento influencia a distribuição das forças na articulação e pode contribuir para o desenvolvimento de lesões se a carga não for distribuída de maneira uniforme (GOKELER; DINGENEN; HEWETT, 2022).

As forças aplicadas no joelho durante atividades como corrida e salto podem ser extremamente altas. Essas forças são absorvidas pelas estruturas articulares e distribuídas de maneira a minimizar o risco de lesão. No entanto, quando essas forças excedem a capacidade da articulação, ocorrem lesões como lacerações meniscais ou rupturas ligamentares (WEBSTER; FELLER, 2018).

O comportamento cinético da articulação também envolve o conceito de força de reação articular (FRA), que é o resultado das interações entre as forças musculares, a gravidade e as forças externas. A FRA é diferente da força de osso contra osso, que é mais difícil de medir. Estudos que usam sensores in vivo têm ajudado a entender melhor como essas forças afetam o joelho (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

A análise das forças musculares é crucial para entender como o joelho funciona e como ele se lesiona. Os isquiotibiais, por exemplo, ajudam a estabilizar o joelho durante a corrida, enquanto o quadríceps controla a desaceleração. Se esses músculos não funcionarem corretamente, o risco de lesões como rupturas do LCA aumenta (YU; GARRETT, 2007).

Modelos biomecânicos são frequentemente usados para estimar as forças que atuam no joelho. Esses modelos levam em conta fatores como a massa corporal, a velocidade do movimento e o ângulo da articulação. Eles são úteis para prever o impacto de diferentes atividades no joelho e para desenvolver estratégias de prevenção de lesões (MCNULTY; GUILAK, 2015).

A análise cinética também destaca a importância da propriocepção, ou seja, a capacidade de perceber a posição e o movimento da articulação. A propriocepção é fundamental para a estabilidade do joelho e é frequentemente prejudicada após uma lesão. Exercícios de treinamento proprioceptivo podem ajudar a restaurar essa função e a prevenir lesões futuras (WEBSTER; FELLER, 2018).

A carga axial no joelho durante atividades de alto impacto, como o salto, é um fator de risco significativo para lesões. A aplicação repetitiva de cargas elevadas pode levar a lesões por uso excessivo, como a tendinopatia patelar. A biomecânica correta e a distribuição equilibrada das forças são essenciais para prevenir esses problemas (DA ROSA et al., 2018).

A capacidade do joelho de resistir a cargas elevadas depende da integridade de suas estruturas, incluindo os ligamentos, meniscos e músculos. Qualquer alteração na função dessas estruturas pode resultar em alterações na biomecânica da articulação e aumentar o risco de lesões. O fortalecimento muscular e o treinamento de estabilidade são estratégias importantes para manter a saúde do joelho (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

4.3. Biomecânica da Lesão do Joelho

A lesão do joelho é um problema comum que pode ocorrer devido a traumas agudos ou uso excessivo. A biomecânica da lesão do joelho envolve a análise dos fatores que contribuem para o dano estrutural, como forças excessivas, movimentos inadequados e falhas biomecânicas. Entender esses mecanismos é essencial para a prevenção e o tratamento eficaz das lesões (WEBSTER; FELLER, 2018).

As lesões ligamentares, como as rupturas do LCA, são frequentemente causadas por movimentos de rotação em valgo, onde a tíbia é forçada a girar externamente em relação ao fêmur. Esse tipo de lesão é comum em esportes que envolvem mudanças rápidas de direção e aterrissagens de salto. A aplicação de cargas combinadas em valgo e rotação é um mecanismo crítico que aumenta o risco de ruptura (YU; GARRETT, 2007).

O ligamento cruzado posterior (LCP) é geralmente lesionado em acidentes de alta energia, como colisões automobilísticas. O LCP suporta cargas posteriores, e sua lesão ocorre quando a tíbia é forçada para trás em relação ao fêmur. Esse tipo de lesão é complexo e muitas vezes requer uma avaliação cuidadosa e tratamento cirúrgico (DA ROSA et al., 2018).

Lesões meniscais podem ser traumáticas ou degenerativas. Lesões traumáticas ocorrem devido a forças de torção aplicadas ao joelho, como durante um giro rápido. Já as lesões degenerativas são comuns em pessoas mais velhas e estão associadas ao desgaste da cartilagem. O menisco desempenha um papel fundamental na absorção de impacto e na estabilização da articulação, e sua lesão pode levar a problemas a longo prazo, como a osteoartrite (MCNULTY; GUILAK, 2015).

As lesões nos ligamentos colaterais, como o ligamento colateral medial (LCM), são geralmente causadas por forças diretas aplicadas à lateral do joelho. O LCM resiste a cargas em valgo, e sua lesão ocorre quando o joelho é forçado para dentro. Lesões do ligamento colateral lateral (LCL) são menos comuns e resultam de forças em varo (WEBSTER; FELLER, 2018).

A biomecânica da lesão também considera a contribuição dos músculos. A fraqueza ou o desequilíbrio muscular pode aumentar a carga nos ligamentos e resultar em lesões. Por

exemplo, os isquiotibiais ajudam a proteger o LCA ao controlar a translação anterior da tíbia. O fortalecimento desses músculos é essencial para prevenir lesões (HALL, 2024).

Lesões por uso excessivo, como a tendinopatia patelar, ocorrem devido à aplicação repetitiva de cargas elevadas no joelho. Atividades como correr e saltar colocam uma carga significativa no tendão patelar, levando a microlesões e inflamação. A biomecânica inadequada e a falta de descanso adequado são fatores de risco importantes (DA ROSA et al., 2018).

O impacto do pé no solo durante a corrida gera forças de reação que são transmitidas para o joelho. Se essas forças não forem absorvidas ou distribuídas adequadamente, podem causar lesões. O alinhamento correto da articulação e a força muscular são cruciais para minimizar o risco de lesão por impacto (ZERNICKE; BROGLIO; WHITING, 2023).

As lesões articulares podem resultar em perda de mobilidade e função. Após uma lesão, a articulação pode desenvolver instabilidade, o que aumenta o risco de novas lesões. A reabilitação adequada, incluindo exercícios de fortalecimento e propriocepção, é fundamental para restaurar a função e prevenir lesões recorrentes (WEBSTER; FELLER, 2018).

Por fim, a prevenção de lesões no joelho requer uma compreensão profunda da biomecânica da articulação. Programas de treinamento que focam no fortalecimento muscular, na melhoria da flexibilidade e no treinamento de estabilidade são eficazes na redução do risco de lesão. A análise biomecânica pode ser usada para identificar padrões de movimento que predisõem a lesões e desenvolver estratégias para corrigi-los (HALL, 2024).

5.ATIVIDADE FÍSICA E LESÃO NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

A prática regular de atividade física é fundamental para a saúde geral do indivíduo. Os benefícios incluem a promoção da circulação sanguínea eficiente, o aumento da densidade óssea e a melhora da força muscular. Além disso, o exercício físico contribui para a prevenção de doenças cardiovasculares, obesidade e problemas psicológicos, como a ansiedade e a depressão. No entanto, ao falar sobre a articulação do joelho, é necessário considerar suas particularidades e a vulnerabilidade a lesões devido à sua complexidade estrutural (FERREIRA, 1998).

A articulação do joelho é uma das maiores e mais complexas articulações do corpo humano, composta por estruturas como ligamentos, meniscos, cartilagem articular e cápsulas articulares. Essa articulação possui um papel fundamental no suporte do peso corporal e na execução de atividades físicas, como correr, pular e agachar. Apesar de suas características funcionais, o joelho possui pouca estabilidade intrínseca, o que o torna altamente dependente das estruturas musculares e ligamentares para garantir a sua estabilidade (SCHULZ, 2002).

A vulnerabilidade do joelho está relacionada ao fato de que ele conecta duas alavancas longas: o fêmur e a tíbia. Por isso, mesmo pequenas alterações na biomecânica do joelho podem resultar em lesões significativas. Fatores como a força muscular inadequada, o desequilíbrio muscular e a fraqueza dos ligamentos podem predispor o joelho a lesões. Segundo Schulz (2002), a estabilização adequada do joelho depende não só dos ligamentos, mas também da força dos músculos que o circundam, como os músculos da coxa e da panturrilha.

5.1 Avaliação Prévia e Identificação de Fatores de Risco

A avaliação física inicial é um passo essencial para identificar possíveis fatores de risco e garantir a segurança durante a prática de exercícios. Andrade (2013) destaca que a Avaliação Inicial (AI) é utilizada para conhecer as condições físicas do indivíduo e personalizar o treinamento. A AI deve incluir uma análise detalhada da condição física, histórico médico e hábitos diários do aluno. Essa avaliação proporciona informações importantes sobre a capacidade física e as limitações do indivíduo, possibilitando uma prescrição de exercícios adequada e segura. Durante a anamnese, é crucial coletar informações sobre hábitos de vida, como alimentação, prática de atividade física, uso de álcool e tabaco, além de histórico de dores ou lesões musculares e articulares. O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2000) recomenda que a anamnese seja completa e inclua dados como diagnóstico clínico, exames anteriores, histórico familiar de doenças crônicas e uso de medicamentos.

Um dos questionários mais utilizados na prática clínica é o PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire). Ele é simples e rápido de aplicar, e seu objetivo é identificar qualquer contraindicação para a prática de exercícios físicos de forma segura. O questionário é recomendado para indivíduos de 15 a 69 anos e serve como um ponto de partida para a triagem de riscos antes da inserção em um programa de treinamento físico (ACSM, 2000).

Os fatores de risco para lesões na articulação do joelho podem ser divididos em duas categorias principais: fatores intrínsecos e extrínsecos. Wagner e Callegari-Jacques (1998) explicam que os fatores de risco são agentes que aumentam a chance de ocorrência de lesões. Entre os fatores intrínsecos estão a idade, o sexo, a condição física, a composição corporal e a biomecânica individual. Já os fatores extrínsecos incluem o ambiente de treino, o tipo de calçado, o equipamento utilizado e as condições climáticas.

Ferreira de Castro (2005) destaca que os fatores intrínsecos estão relacionados às características fisiológicas e anatômicas do indivíduo. Por exemplo, o desequilíbrio muscular ou a fraqueza dos ligamentos podem predispor o atleta a lesões. Por outro lado, os fatores extrínsecos referem-se a influências externas, como a superfície onde o esporte é praticado, o tipo de calçado e as condições ambientais.

A análise dos fatores de risco deve ser detalhada e incluir uma avaliação funcional do atleta. Segundo Pascoal (2003), essa avaliação envolve a análise cinesiológica da atividade esportiva e a consideração das exigências físicas do esporte. Entender a natureza desses fatores de risco é crucial para desenvolver estratégias preventivas eficazes e garantir que o indivíduo possa praticar atividades físicas de maneira segura.

5.2. Planejamento de Exercícios Físicos

A escolha de exercícios deve ser feita de forma cuidadosa e com base nas necessidades e limitações individuais. Exercícios mal planejados ou executados incorretamente podem levar a lesões, especialmente na articulação do joelho. É necessário que o treinamento seja ajustado com base no histórico médico do aluno e nas condições específicas da articulação. Um profissional qualificado deve elaborar um plano que inclua exercícios de fortalecimento muscular e mobilidade articular (ACSM, 2000).

O planejamento deve seguir um modelo de periodização, como o proposto por BOMPA (1996), que divide o treinamento em fases específicas, cada uma com objetivos distintos. A fase de Adaptação Anatômica, por exemplo, é crucial para preparar o corpo para exercícios mais intensos, promovendo o fortalecimento gradual dos músculos e ligamentos, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1:Fatores de Risco e Estratégias Preventivas de Lesão

Fatores de Risco	Descrição	Estratégias Preventivas
Idade	O envelhecimento está associado a maior risco de lesões devido à redução da força e flexibilidade.	Prática regular de exercícios de fortalecimento muscular e alongamentos para melhorar a mobilidade.
Sexo	Diferenças anatômicas e hormonais podem influenciar a predisposição a determinadas lesões.	Desenvolvimento de programas de treinamento personalizados, considerando aspectos biomecânicos e hormonais.
Condição Física	Fraqueza muscular, desequilíbrios ou baixa resistência aumentam o risco de lesões.	Implementação de programas específicos de fortalecimento e equilíbrio muscular.
Composição Corporal	O excesso de peso sobrecarrega as articulações, aumentando o risco de lesões articulares.	Controle de peso combinado com exercícios de baixo impacto, como hidroginástica e pilates.
Histórico de Lesões	Lesões anteriores podem levar a reincidência devido à instabilidade ou fraqueza residual.	Reabilitação completa com progressão gradual para retornar às atividades físicas.
Calçado Inadequado	Calçados impróprios prejudicam a distribuição da carga e reduzem a estabilidade articular.	Escolha de calçados apropriados para cada tipo de atividade, priorizando conforto e suporte.
Superfície de Treinamento	Treinos em superfícies irregulares aumentam o risco de torções e desequilíbrios articulares.	Preferência por superfícies planas e seguras, ou treinamento específico para adaptação.
Clima e Ambiente	Condições extremas, como calor intenso ou pisos escorregadios, podem afetar a segurança.	Ajustes na intensidade e duração do treino, além de uso de equipamentos adequados para o clima.
Treinamento Excessivo	Sobrecarga sem períodos de recuperação adequados pode causar lesões por esforço repetitivo.	Uso de periodização, descanso adequado e monitoramento do volume e intensidade do treino.

Fonte: Autora,2024

A Tabela 1 apresenta uma análise detalhada dos fatores de risco e estratégias preventivas para lesões esportivas, focando principalmente em populações que enfrentam altos índices de lesões, como atletas. A idade é um fator relevante, onde o envelhecimento está associado ao aumento do risco de lesões, o que justifica a necessidade de exercícios específicos para o fortalecimento e a flexibilidade. Estudos destacam que o declínio muscular e a perda de elasticidade articular contribuem para esse aumento, tornando a prevenção essencial (Wu et al., 2022).

O sexo do atleta também influencia o risco de lesões devido a diferenças anatômicas. Mulheres, por exemplo, apresentam uma maior taxa de lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) por fatores como o ângulo do quadril e a maior flexibilidade ligamentar, sendo recomendados treinamentos personalizados para abordar essas especificidades (Webster et al., 2018).

Em relação à condição física, a fraqueza ou desequilíbrio muscular é um dos fatores que mais comprometem a integridade articular. Programas de fortalecimento ajudam a equilibrar essas diferenças, aumentando a resistência às cargas impostas nas articulações (Kotsifaki et al., 2022).

A composição corporal, especialmente o excesso de peso, exerce uma pressão adicional sobre as articulações, aumentando o risco de lesões, principalmente durante atividades de alto impacto. O controle de peso associado a exercícios de baixo impacto é, portanto, uma medida preventiva importante (Gokeler et al., 2022).

Atletas com histórico de lesões apresentam uma maior predisposição a novas ocorrências, devido a alterações biomecânicas e déficits proprioceptivos. Assim, uma reabilitação cuidadosa e a progressão gradual de atividades de impacto são fundamentais (DeFazio et al., 2020; Diaz et al., 2020).

Outro ponto abordado é a importância de utilizar calçados adequados para cada modalidade esportiva, já que calçados inadequados podem comprometer a estabilidade e a distribuição de carga, aumentando o risco de lesões (Welling, 2024).

A superfície de treinamento é igualmente importante, uma vez que superfícies irregulares podem resultar em torções e lesões graves. Treinar em superfícies seguras e planas é uma estratégia preventiva eficaz (Kaplan e Witvrouw, 2019).

Por fim, fatores climáticos adversos exigem ajustes no treinamento para garantir a segurança dos atletas, enquanto o treinamento excessivo sem tempo adequado de recuperação pode levar a lesões por sobrecarga, reforçando a importância da periodização (Gokeler et al., 2021).

5.3. Planejamento para o retorno seguro a atividade física

O retorno progressivo à atividade física após lesão no joelho deve ser cuidadosamente estruturado, respeitando o tempo de recuperação e a progressão gradual da intensidade dos exercícios. O planejamento deve considerar as especificidades de cada paciente ou aluno, com exercícios de fortalecimento muscular e mobilidade articular realizados sob supervisão profissional (ACSM, 2000). Além disso, a periodização do treino, como a proposta por Bompa (1996), é crucial para garantir adaptações seguras e eficazes. A tabela 2, A apresenta a organização do retorno progressivo ao esporte, com base na literatura.

A prática de atividade física após uma lesão na articulação do joelho requer uma abordagem progressiva e estruturada, dividida em cinco etapas principais para garantir a segurança do paciente e minimizar o risco de novas lesões. A primeira etapa, denominada Reabilitação Inicial, envolve exercícios focados na mobilidade articular, fortalecimento básico e controle neuromuscular. O objetivo dessa fase é restaurar a mobilidade, reduzir a dor e prevenir a rigidez articular, aspectos fundamentais para preparar a articulação e os tecidos circundantes para uma carga mais intensa. A supervisão de um fisioterapeuta é essencial, e a progressão deve ser realizada de forma cuidadosa para evitar sobrecargas e possíveis complicações (GOKELER et al., 2022).

Tabela 2: Organização do Retorno Progressivo ao Esporte e Estratégias Preventivas

Etapa	Descrição das Atividades	Objetivo	Estratégias Preventivas
1. Reabilitação Inicial	Realização de exercícios de mobilidade articular, fortalecimento básico e controle neuromuscular.	Restaurar a mobilidade, reduzir a dor e prevenir rigidez articular.	Supervisão fisioterapêutica constante e progressão cuidadosa e gradual das atividades.
2. Fortalecimento Muscular	Introdução gradual de cargas com exercícios de resistência progressivos.	Reforçar os músculos estabilizadores do joelho e melhorar a força global.	Evitar sobrecarga, priorizando o uso de máquinas de baixa intensidade e acompanhamento técnico.
3. Treinamento Funcional	Simulação de movimentos cotidianos e esportivos em ambientes controlados e seguros.	Reeducar padrões de movimento específicos para atividades desejadas.	Monitorar constantemente a qualidade dos movimentos e corrigir possíveis desvios posturais.
4. Treinamento Avançado	Implementação de exercícios pliométricos e de alta intensidade, com foco em mudanças de direção.	Preparar o joelho para suportar demandas físicas intensas e complexas.	Realizar testes regulares de simetria de força e movimento para identificar assimetrias ou fraquezas.
5. Retorno ao Esporte	Participação progressiva em treinos específicos, com aumento controlado da intensidade.	Retornar ao nível esportivo com segurança e minimizar o risco de novas lesões.	Realizar avaliações contínuas de força, mobilidade e estabilidade para garantir a prontidão.

Fonte: Autora, 2024

Na segunda etapa, conhecida como Fortalecimento Muscular, os exercícios de resistência são introduzidos gradualmente para aumentar a força dos músculos estabilizadores do joelho. Fortalecer músculos como os quadríceps e os isquiotibiais é crucial para proteger a articulação durante atividades físicas. É importante evitar a sobrecarga, utilizando máquinas e equipamentos de baixa intensidade para assegurar que a força seja desenvolvida sem riscos excessivos (WELLING, 2024). Esta fase contribui significativamente para a estabilidade e a segurança do joelho.

A terceira etapa, Treinamento Funcional, envolve a simulação de atividades cotidianas e esportivas em um ambiente controlado. O foco é reeducar os movimentos específicos que o paciente precisará executar, preparando o corpo para o retorno às atividades de maneira gradual e segura. A qualidade dos movimentos deve ser monitorada, e quaisquer desvios devem ser corrigidos para evitar o aumento do risco de lesões (KOTSIFAKI et al., 2022). Essa fase garante que o paciente recupere a confiança nos movimentos e esteja fisicamente preparado para atividades mais complexas.

Na quarta etapa, Treinamento Avançado, os exercícios pliométricos e de alta intensidade são incorporados, com ênfase em mudanças rápidas de direção. Esta fase é mais exigente e visa preparar o joelho para atividades de alta demanda, simulando condições esportivas reais. Testes de simetria de força e movimento são necessários para assegurar que o joelho suporte adequadamente as cargas, sem diferenças significativas entre os lados. A execução correta desses exercícios é fundamental para evitar recaídas (PASCOAL, 2003).

Por fim, a quinta etapa, Retorno ao Esporte, marca a transição para treinos com intensidade progressivamente aumentada. O objetivo é retornar ao nível esportivo de forma segura, com avaliações contínuas de força, mobilidade e estabilidade para monitorar a recuperação e prevenir novas lesões. Essa avaliação contínua é essencial para identificar qualquer sinal de regressão e ajustar o plano de exercícios conforme necessário (WEBSTER et al., 2018).

6.CONCLUSÃO

Portanto, o objetivo geral deste estudo foi revisar a literatura científica sobre a contribuição da atividade física na recuperação de lesões na articulação do joelho, com ênfase no retorno ao esporte de indivíduos que sofreram lesão no LCA. O estudo identificou que as principais abordagens de reabilitação física incluem exercícios em cadeia cinética fechada e aberta, combinados com treinamento proprioceptivo, os quais demonstraram ser eficazes para o fortalecimento muscular e a melhora da estabilidade articular. Além disso, foi evidenciado o papel fundamental do profissional de Educação Física na prescrição e supervisão desses exercícios, garantindo a segurança do paciente e a personalização do programa de recuperação.

A análise dos riscos e benefícios do retorno precoce ao esporte revelou que, embora o retorno antecipado possa ser desejado por muitos atletas, ele está associado a um risco significativo de recidiva se não for bem gerenciado. A necessidade de um acompanhamento criterioso e de um planejamento cuidadoso durante a reabilitação foi destacada como essencial para minimizar esses riscos e assegurar que os indivíduos retornem ao esporte de forma segura e eficaz. Dessa maneira, este estudo reafirma a importância de uma abordagem interdisciplinar na reabilitação do LCA, promovendo não apenas a recuperação funcional, mas também a prevenção de futuras lesões e a longevidade na prática esportiva.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDERINK, Gordon J.; ASHBY, Blake M. *Clinical Kinesiology and Biomechanics: A Problem- Based Learning Approach*. Cham: Springer Nature, 2023.
- ARLIANI, G. G., et al. Lesões no joelho: Uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 2012.
- ARLIANI, Gustavo Gonçalves et al. Lesão do ligamento cruzado anterior: tratamento e reabilitação. *Perspectivas e tendências atuais. Revista Brasileira de Ortopedia*, v.47, n. 2, p. 91-96, 2012.
- ARAÚJO, H. B., et al. Índice de deficiência muscular com e sem lesão do ligamento cruzado anterior: Um estudo transversal. *Fisioterapia Brasil*, v. 24, n. 5, p. 626-635, 2023. DOI: 10.33233/fb.v24i5.5524.
- BERNARDES, Gabriel et al. LESÕES LIGAMENTARES NO ESPORTE E ABORDAGENS ATUAIS DE TRATAMENTO. *Revista Corpus Hippocraticum*, v. 1, n. 1, 2024.
- BERTOLDI, Flavia Cristina; SILVA, José Adolfo Menezes Garcia; FAGANELLO-NAVEGA, Flávia Roberta. Influência do fortalecimento muscular no equilíbrio e qualidade de vida em indivíduos com doença de Parkinson. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 20, p. 117-122, 2013.
- BEYNNON, B. D., JOHNSON, R. J., ABATE, J. A., FLEMING, B. C., & NICHOLS, C. E. Treatment strategies for anterior cruciate ligament injury: The evolution of physiotherapy protocols. *Clinical Sports Medicine*, 39(2), 313-329, 2020. doi: 10.1016/j.csm.2019.11.008.
- BEZERRA, T. A. R., et al. Mecanismo de lesão, métodos cirúrgicos e reabilitação do ligamento cruzado anterior. *Revista CPAQV*, v. 14, n. 3, 2022.
- BEZERRA, Julianne Gomes et al. LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR: REVISÃO DE CASO. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 7, p. 622-628, 2023.
- CAMANHO, Gilberto Luis. Lesão meniscal por fadiga. *Acta Ortopédica Brasileira*, v. 17, p. 31- 34, 2009.
- CARVALHO, Gabriel; MIRAGLIA, Guilherme. EFEITOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM LESÕES LIGAMENTARES DE JOELHO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. *UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 20, n. 61, p. 140-145, 2024.
- CUI, Z. Analysis of the articular load on the lower limbs during backflip. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 29, p. e2022_0464, 2023.
- DA FONTOURA, Andréa Silveira; FORMENTIN, Charles Marques; ABECH, Everson Alves. *Guia prático de avaliação física: uma abordagem didática, abrangente e atualizada*. Phorte Editora, 2011.
- DA ROSA, et al. Rehabilitation and return to sport after knee injuries: a systematic approach. *Sports Medicine Research*, 2018.
- DA SILVA MASCARENHAS, Erika Naianny et al. UTILIZAÇÃO DO TRATAMENTO CONSERVADOR DA FISIOTERAPIA EM INDIVÍDUOS COM LESÃO DO LIGAMENTO COLATERAL LATERAL: UMA REVISÃO NARRATIVA. *Científic@-Multidisciplinary Journal*, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2021.
- Davies GJ, Heiderscheit BC, Clark M. Reabilitação em cadeia cinética aberta e fechada. In: Ellenbecker TS. *Reabilitação dos ligamentos do joelho*. São Paulo: Manole; 2006. p. 160-88.

- DE ALMEIDA, Rosana Fátima; JÚNIOR, Altair Argentino Pereira. Avaliação funcional do joelho em praticantes de musculação. *Conexões*, v. 8, n. 2, p. 83-92, 2010.
- DE MATOS ALVES, Paulo Henrique et al. Lesão do ligamento cruzado anterior e atrofia do músculo quadríceps femoral. *Biociencia Journal*, v. 25, n. 1, p. 146-156, 2009.
- DE OLIVEIRA, Elaine Lima; SOARES, Raphael Almeida Silva; MACHADO FILHO, Rubem. Os benefícios da prática da musculação na recuperação de lesões no joelho: uma revisão de literatura. *Intercontinental Journal on Physical Education* ISSN 2675-0333, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2023.
- ENOKA, Roger M. *Bases Neuromecânicas da Cinesiologia*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2024.
- FERNANDES, O. D. P., et al. Cirurgia de reconstrução de ligamentos para lesões no ligamento cruzado anterior: Uma abordagem abrangente. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 6, p. 443-456, 2024.
- FLOYD, R. T. *Manual de Cinesiologia Estrutural*. 22. ed. São Paulo: Manole, 2024.
- GOKELER, A.; DINGENEN, B.; HEWETT, T. The role of biomechanical factors in ACL injury prevention. *Journal of Orthopaedic Research*, 2022.
- GOKELER, A. et al. Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We in 2022? *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, v. 4, p. e77-e82, 2022.
- GRINDEM, H., GRANAN, L. P., RISBERG, M. A., MOKSNES, H., & ENGBRETSSEN, L. How does a combined approach of strength, neuromuscular, and proprioceptive training affect the outcome of ACL reconstruction? A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 47(5), 1123-1132, 2019. doi: 10.1177/0363546519826417.
- GUIMARÃES, Bruno Tavares de Lima; FURKIM, Ana Maria; SILVA, Roberta Gonçalves da. Eletroestimulação neuromuscular na reabilitação da disfagia orofaríngea. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, v. 15, p. 615-621, 2010.
- Haddad MA, Budich JM, Eckenrode BJ. CONSERVATIVE MANAGEMENT OF AN ISOLATED GRADE III LATERAL COLLATERAL LIGAMENT INJURY IN AN ADOLESCENT MULTI-SPORT ATHLETE: A CASE REPORT. *Int J Sports Phys Ther*. 2016 Aug;11(4):596 - 606. Disponível em: PMID: 27525183; PMCID: PMC4970849. Acesso em: 29 jun. 2021.
- HALL, Susan J. *Basic Biomechanics*. New York: McGraw-Hill, 2024.
- INFORZATO, Italo José. Preparação física, prevenção e tratamento de lesões em praticantes de Rugby com o Método Pilates: revisão da literatura. 2022.
- KAEMPF, J. A. *A Importância dos Meniscos na Estabilidade do Joelho*. Porto Alegre: Editora Universidade, 2008.
- Kramer DE, Miller PE, Berrahou IK, Yen YM, Heyworth BE. Collateral Ligament Knee Injuries in Pediatric and Adolescent Athletes. *J PediatrOrthop*. 2020 Feb;40(2):71-77.
- KONIN, G. Jeff. *Cinesiologia pratica para fisioterapeutas*. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006.
- KOTSIFAKI, A. et al. Single leg vertical jump performance identifies knee function deficits at return to sport after ACL reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, v. 56, p. 490-498, 2022.

- LEPORACE, Gustavo; METSAVAHT, Leonardo; DE MELLO SPOSITO, Maria Matilde. Importância do treinamento da propriocepção e do controle motor na reabilitação após lesões músculo-esqueléticas. *Acta fisiátrica*, v. 16, n. 3, p. 126- 131, 2016.
- LIPPERT, L. S. *Cinesiologia Clínica e Anatomia*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2024.
- MALTA, Mariane de Souza; PACHECO, Queren Juzi Ferreira. *Biomecânica do joelho durante o exercício de agachamento dinâmico: revisão narrativa*. 2017
- MATSUDO, Sandra Mahecha; LILLO, José Luis Pareja. Fibromialgia, atividade física e exercício: revisão narrativa. *Diagnóstico e Tratamento*, v. 24, n. 4, p. 174-182, 2019.
- MONTEIRO, Carla Cristina Martins; GOES, Leonardo de Paula Teixeira. *MOBILIDADE ARTICULAR PARA UM MELHOR DESEMPENHO NO AGACHAMENTO*. 2023.
- MCNULTY, A. L.; GUILAK, F. *Mechanobiology of the Meniscus: From Basic Mechanisms to Translational Research*. *Journal of Orthopaedic Research*, 2015.
- NEGRÃO¹, ÂNGELA CAROLINE ALCÂNTARA et al. *ANÁLISE DA ABORDAGEM DO TRAUMA NO ESPORTE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA*.
- NEUMANN, D. A. *Cinesiologia do Sistema Musculoesquelético: Fundamentos para a Reabilitação Física*. São Paulo: Manole, 2011.
- NEUMANN, Donald A. *Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético*. 3. ed. St. Louis: Elsevier, 2017.
- NOBRE, Thatiana Lacerda. Comparação dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada na reabilitação da disfunção femoropatelar. *Fisioterapia em movimento*, v. 24, p. 167-172, 2011.
- OLIVEIRA, A. L. B., et al. A influência da eletroestimulação e cinesioterapia em pacientes pós-operados de lesão do ligamento cruzado anterior. *FACSETE Health Sciences*, v. 2, n. 2, 2023.
- OLIVEIRA, S. S., et al. Exercícios de fortalecimento para a reabilitação de lesão no ligamento cruzado anterior. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e533101422354, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22354.
- PASCOAL, M. Análise funcional da articulação do joelho. *Cinesiologia Aplicada*, v. 5, p. 43-50, 2003.
- PAULA, D.A.G. et al. Health problems of basketball referees:A prospective study. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 27, n. 2, p. 195, 2021. https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022021_0128.
- PEREIRA, J. A. R. M. *Estudo biomecânico da influência da espessura do enxerto e da técnica de dois feixes na reconstrução do ligamento cruzado posterior [dissertação]*. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2004.
- PINHEIRO, Ana; SOUSA, C. V. Lesão do ligamento cruzado anterior: apresentação clínica, diagnóstico e tratamento. *Rev Port Ortop Traum*, v. 23, n. 4, p. 320-329, 2015.
- Ronald F. Zernicke, Steven P. Broglio, William C. Whiting. *Biomecânica das Lesões*. Rio de Janeiro. Editora Manole Saúde, 2023.
- SACCO, Isabel de Camargo Neves; TANAKA, Clarice. *Cinesiologia e Biomecânica dos Complexos Articulares*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.
- SANTANA, Lauriene Maciel; DE LIMA, Laryssa Aires; ALVES, Éricles Dias. *LESÃO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR E FISIOTERAPIA: CAMINHOS PARA UMA*

- RECUPERAÇÃO OTIMIZADA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 10, p. 2814-2821, 2024.
- SARAGIOTTO, Bruno T.; PIERRO, Carla di; LOPES, Alexandre D.. Risk factors and injury prevention in elite athletes: a descriptive study of the opinions of physical therapists, doctors and trainers. *Brazilian Journal Of Physical Therapy*, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 137-143, abr. 2014.
- SILVA, Anselmo de Athayde Costa et al. Esporte adaptado: abordagem sobre os fatores que influenciam a prática do esporte coletivo em cadeira de rodas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 27, p. 679-687, 2013.
- SILVA, J. E. da, & LIVRAMENTO, R. A. Lesão do ligamento cruzado anterior: Efeitos dos exercícios em cadeia cinética fechada no pós-cirúrgico. *Revista Foco*, v. 16, n. 12, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n12-026.
- SILVA-GRIGOLETTO, Marzo Edir Da; BRITO, Ciro Jose; HEREDIA, Juan Ramon. Treinamento funcional: funcional para que e para quem?. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 16, p. 714-719, 2014.
- SIMÃO, Igor Vinícius; FREITAS, Walderson Nunes de. Mobilidade articular no desempenho do agachamento. *XIX Jornada Científica dos Campos Gerais*. Ponta Grossa, out. 2021. Disponível em: . Acesso em: 29 set., 2024.
- TEMPONI, Eduardo Frois et al. Lesão parcial do ligamento cruzado anterior: diagnóstico e tratamento. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 50, n. 1, p. 9-15,2015.
- VAN MELICK, N., MEDDELER, B. M., HOOGEBOOM, T. J., NIIHUIS-VAN der Sanden, M. W., & VAN CINGEL, R. E. The effects of proprioceptive and neuromuscular training on knee function and balance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta- analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(9), 487-495, 2021. doi: 10.1136/bjsports-2020- 102032
- WARD, P. J. *Netter Sistema Musculoesquelético Integrado*. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.
- WEBSTER, K. E.; FELLER, J. A. Psychological readiness to return to sport after ACL reconstruction: a review of current literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(8), 2018.
- WEBSTER, K. E. et al. Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 46, n. 4, p. 789-798, 2018.
- WEBSTER, K. E., FELLER, J. A., & WITTEWER, J. E. Long-term effects of proprioceptive and balance training on the knee function and overall recovery of patients with ACL injuries. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 100(17), 1455-1463, 2018. doi: 10.2106/JBJS.17.01412.
- WELLING, W.; FRIK, K.; et al. Return to sport considerations following knee injuries. *Physical Therapy in Sport*, 67, 2024.
- WELLING, W. Return to sports after an ACL reconstruction in 2024 – A glass half full? *Physical Therapy in Sport*, v. 67, p. 141-148, 2024.
- YU, B.; GARRETT, W. E. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Sports Biomechanics*, 6(1), 2007.
- ZERNICKE, R. F.; BROGLIO, S. P.; WHITING, W. C. *Biomechanics of Musculoskeletal Injury*. New York: Springer, 2023.

ZUCOLOTTO, T. E. et. al. Lesões ligamentares do tornozelo em atletas: prevenção e tratamento. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 6, p. 31313–31324, 2023.

ZHANG, F. et. al. Effects of functional training on postoperative anterior cruciate injury in athletes hospitalized. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, v. 28, n. 5, p. 528–531, 2022.