



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA – LTDA
FACULDADE DE ITAITUBA – FAI
CURSO DE BACHARELADO EM FISIOTERAPIA

GLAUBER VIANA DE OLIVEIRA
LAURICLÉIA SOARES DE SOUSA

**BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIO DE CADEIA CINÉTICA
ABERTA E FECHADA NO TRATAMENTO DE LESÕES DO
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) EM ATLETAS: Uma
revisão de literatura**

Itaituba-PA
2023

GLAUBER VIANA DE OLIVEIRA
LAURICLÉIA SOARES DE SOUSA

**BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIO DE CADEIA CINÉTICA
ABERTA E FECHADA NO TRATAMENTO DE LESÕES DO
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) EM ATLETAS: Uma
revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Itaituba, para obtenção do título de
Bacharel em Fisioterapia.

Orientador(a): Prof. Esp. Cleydson Lira Porto

Itaituba-PA
2023

OLIVEIRA, Glauber Viana; SOUSA, Lauricléia Soares

BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIO DE CADEIA CINÉTICA ABERTA E FECHADA NO TRATAMENTO DE LESÕES DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA), EM ATLETAS: Uma revisão de literatura.

OLIVEIRA, Glauber Viana; SOUSA, Lauricléia Soares. Itaituba: FAI, 2023.
46 f.: il.

Orientador: Esp. Especialista Cleydson Lira Porto.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação)-Faculdade de Itaituba, 2023
Itaituba, Brasil-PA, 2023.

GLAUBER VIANA DE OLIVEIRA
LAURICLÉIA SOARES DE SOUSA

**BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIO DE CADEIA CINÉTICA
ABERTA E FECHADA NO TRATAMENTO DE LESÕES DO
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) EM ATLETAS: Uma
revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Itaituba, para obtenção do título de
Bacharel em Fisioterapia.

Orientador(a): Prof. Esp. Cleydson Lira Porto

BANCA EXAMINADORA

Presidente/ Orientador: _____ Nota: _____

Prof. Esp. Cleydson Lira Porto

Avaliador(a) 1: _____ Nota: _____

Avaliador(a) 2: _____ Nota: _____

Resultado: _____ Média: _____

Itaituba - PA: _____ de março de 2023.

AGRADECIMENTOS

Para que pudéssemos chegar até aqui, contamos com ajuda de várias pessoas, a quais agradecemos neste momento tão especial.

Primeiramente nosso agradecimento é para **Deus**, que nos deu força, coragem, e principalmente nos capacitou pra que alcançássemos nosso objetivo e superássemos todos os desafios.

Agradecemos a nossa família por todo o apoio durante todo o período da faculdade e sempre nos dar força para continuar até nos momentos mais difíceis.

Agradecemos a instituição, **Faculdade de Itaituba** e todos os seus colaboradores, em especial a todos os docentes que estiveram conosco ao longo desses cinco anos, compartilhando conhecimentos imprescindível para nossa formação.

Agradecemos ao nosso orientador professor **Cleydson Lira Porto**, que nos acompanhou, dando todo auxílio necessário para que pudéssemos desenvolver e concluir essa monografia.

RESUMO

O ligamento cruzado anterior, realiza a função de restringir a tibia de anteriorizar em relação ao fêmur, produzindo firmeza e estabilidade do joelho. O rompimento desse ligamento gera problemas biomecânicos, tanto na funcionalidade dessa estrutura como em outras adjacentes. Esportes como futebol, vôlei e basquete, com grandes alterações de movimentos, são predisposto a resultar em lesão do ligamento cruzado anterior. Lesão e reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), gera fraqueza muscular podendo persistir anos, apesar da recuperação. Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo geral identificar os benefícios da utilização dos exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF) nos protocolos de tratamentos usados na reabilitação da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas. Especificamente busca-se compreender os benefícios dos exercícios de cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada no tratamento voltado para o ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas; analisar em qual período deve ser utilizado esse tipo de protocolo na reabilitação dos atletas e averiguar os possíveis malefícios dos exercícios no tratamento. Esse estudo trata-se de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, a partir de uma revisão de literatura. A pesquisa foi realizada nas bases de dados PEDro, Pubmed e Medline. Conforme resultados, observou-se que estudos mais recentes a utilização dos métodos de CCA e CCF influencia positivamente na reabilitação dos atletas, tendo em vista, que estes exercícios apresentam benefícios na otimização da ativação muscular, inibição da perda de massa muscular, preservação da ADM, aumento da força muscular e principalmente em ganho de massa dos músculos do quadríceps. Conclui-se que a aplicação do treinamento de CCA e CCF podem ser sugeridos a inclusão precoce nos protocolos de reabilitação fisioterapêuticas afim de otimizar o tempo de recuperação dos atletas, e quanto ao rendimento após o retorno ao esporte, tendo em vista seus benefícios quanto as necessidades do paciente em relação a debilitação pós-cirúrgica, o mesmo garante uma evolução mais rápida quanto ao processo de fortalecimento, torque e ativação muscular. Ainda assim, necessita-se de estudos mais específicos para garantir uma maior confiabilidade na prática clínica.

Palavras chaves: Ligamento cruzado anterior. Cadeia cinética aberta. Cadeia cinética fechada.

ABSTRACT

The anterior cruciate ligament performs the function of restricting the tibia from moving anteriorly in relation to the femur, producing firmness and stability of the knee. The rupture of this ligament generates biomechanical problems, both in the functionality of this structure and in other adjacent ones. Sports such as football, volleyball and basketball, with large changes in movement, are predisposed to result in injury to the anterior cruciate ligament. Injury and reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL), generates muscle weakness and may persist for years, despite recovery. In this sense, this research has the general objective of identifying the benefits of using open kinetic chain (OKC) and closed kinetic chain (CCF) exercises in the treatment protocols used in the rehabilitation of anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes. Specifically, we seek to understand the benefits of open kinetic chain and closed kinetic chain exercises in the treatment of the anterior cruciate ligament (ACL) in athletes; to analyze in which period this type of protocol should be used in the rehabilitation of athletes and to investigate the possible harms of exercises in the treatment. This study is an exploratory research with a qualitative approach, based on a literature review. The research was carried out in the PEDro, Pubmed and Medline databases. As a result, it was observed that more recent studies the use of OKC and CCF methods positively influence the rehabilitation of athletes, considering that these exercises have benefits in optimizing muscle activation, inhibition of loss of muscle mass, preservation of ROM , increase in muscle strength and mainly gain in mass of the quadriceps muscles. It is concluded that the application of OKC and CCF training can be suggested for early inclusion in physiotherapeutic rehabilitation protocols in order to optimize the athletes' recovery time, and in terms of performance after returning to sport, in view of its benefits regarding the patient's needs in relation to post-surgical debilitation, it guarantees a faster evolution regarding the process of strengthening, torque and muscle activation. Even so, more specific studies are needed to ensure greater reliability in clinical practice.

Keywords: Anterior cruciate ligament. Open kinetic chain. closed kinetic chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Articulação do joelho, vista sagital.	12
Figura 2 - Ossos do joelho..	13
Figura 3 - Vista anterior do joelho, com remoção da patela.	14
Figura 4 - Vista anterior das estruturas articulares do joelho..	14
Figura 5 - Faceta condilar.....	15
Figura 6 - Vista superior com remoção do fêmur.	16
Figura 7 - Vista posterior do joelho.....	18
Figura 8 - Grupo músculos do quadríceps, vista anterior.....	24
Figura 9 - Grupo do musculo posterior da coxa, vista posterior.	25
Figura 10 - Ilustração do exercício CCA.....	26
Figura 11 - Ilustração do exercício CCF.....	26
Figura 12 - Fluxograma represando a busca de Dados e Seleção dos Artigos.....	34

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Artigos selecionados para discussão.	36
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM - Amplitude de movimento
ATD - Deslocamento anterior tibial
BF - Bíceps Femoral
CCA - Cadeia cinética aberta
CCF - Cadeia cinética fechada
ELSPI - Imagem de perfusão endoscópica com laser speker
LCA - Ligamento cruzado anterior
LCL - Ligamento colateral lateral
LCM - Ligamento colateral medial
LCP - Ligamento cruzado posterior
PFL - Ligamento popliteofibular
RICE - Repouso, gelo, compressão e elevação
RM - Ressonância magnética
SM – Semimembrâneo
ST – Semitendíneo
OKC - Open kinetic chain
CKC - Closed kinetic chain

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 ANATOMIA DO JOELHO	12
2.1.1 Côndilos e platô	15
2.1.2 Meniscos	16
2.1.3 Ligamentos	17
2.1.4 Principais músculos e tendões	20
2.1.5 Capsula e Membrana articular	21
2.1.6 Líquido sinovial	21
2.2 BIOMECÂNICA DO JOELHO	22
2.2.1 Definição de côncavo e convexo	25
2.2.2 Definição de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF)	26
2.2.3 Mecanismo de lesão	27
2.2.4 Diagnóstico clínico e fisioterapêutico	28
2.2.5 Tratamento conservador	30
2.2.6 Tratamento cirúrgico e tipo de enxerto	31
3 METODOLOGIA	33
3.1 TIPO DE ESTUDO	33
3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS ARTIGOS	33
3.3 COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 OS BENEFÍCIOS DOS EXERCÍCIOS DE CADEIA CINÉTICA ABERTA E CADEIA CINÉTICA FECHADA NO TRATAMENTO VOLTADO PARA O LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) EM ATLETAS	37
4.2 QUAL PERÍODO DEVE SER UTILIZADO NO PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO DOS ATLETAS	39
4.3 OS POSSÍVEIS MALEFÍCIOS DOS EXERCÍCIOS NO TRATAMENTO	40
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) compõe o grupo de quatro ligamentos da articulação do joelho, mantendo esse joelho acoplado através da porção anterior (WALKER, 2011, p. 182). Na articulação do joelho, o ligamento cruzado anterior, realiza a função de restringir a tibia de anteriorizar em relação ao fêmur, produzindo firmeza e a estabilidade do joelho. O rompimento desse ligamento gera problemas biomecânico, tanto na funcionalidade dessa estrutura como em outras adjacentes (ROCHMANS *et al.*, 2022).

Ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é uma lesão grave no joelho que afeta principalmente os jovens que se exercitam. Esta lesão é caracterizada por instabilidade articular, resultando em atividade reduzida e função abaixo do ideal (FROBELL *et al.*, 2010). As lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) sucedem em especial a prática de atividades esportivas que incluem paradas súbitas, variações de saltos ou aterrissagens e deslocamentos bruscos (GHADERI *et al.*, 2021).

Esportes, como futebol, vôlei e basquete, com grandes alterações de movimentos, são predisposto a resultar em lesão do ligamento cruzado anterior (LCA). (CELEBRINI *et al.*, 2014). De tal modo, entende-se que lesão e reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), gera fraqueza muscular podendo persistir anos, apesar da recuperação (TOTH *et al.*, 2020).

Diante do alto índice que esta lesão ocorre na prática esportiva e o estresse que a conduta de cadeia cinética aberta e fechada apresenta no ligamento cruzado anterior, podem gerar dúvidas aos fisioterapeutas na aplicação desses exercícios no período inicial no protocolo de tratamento do paciente e como estes treinamentos podem otimizar o tempo de reabilitação para retorno ao esporte. Portanto, essa pesquisa busca identificar os benefícios da utilização dos exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF) nos protocolos de tratamentos usados na reabilitação da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas.

Especificamente busca-se compreender os benefícios dos exercícios de cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada no tratamento voltado para o ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas; analisar em qual período deve ser utilizado esse tipo de protocolo na reabilitação dos atletas e detectar os possíveis malefícios dos exercícios no tratamento.

Estes exercícios podem propor tensão no ligamento do LCA podendo gerar a frouxidão anterior da articulação do joelho, sendo assim levantou-se as seguintes

questões de pesquisa: é seguro a utilização das condutas dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada no protocolo de tratamento inicial? Como esses exercícios, podem beneficiar o atleta na sua recuperação?

Esta pesquisa apresenta grande importância, uma vez que contribuem por meio de conhecimento para a formação acadêmica e profissional na área de fisioterapia, afim de agregar novos conhecimentos com relação a diminuição de tempo de reabilitação e recuperação física do paciente atleta podendo garantir o retorno mais rápido ao esporte.

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizado um estudo científico a partir de uma revisão de literatura, cujo empregou-se pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, no intuito de esclarecer o método dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada na reabilitação da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas. A pesquisa foi realizada nas bases de dados PEDro, Pubmed e Medline. Utilizando como descritores as expressões: “joelho, ligamento cruzado anterior, cadeia cinética aberta, cadeia cinética fechada, ruptura do ligamento cruzado anterior”, com a utilização de artigos na Língua Inglesa e Língua Portuguesa.

O estudo foi dividido em cinco partes, começando pela introdução onde está apresentado o problema da pesquisa, os objetivos e justificativa. A segunda parte expõe a fundamentação teórica, a qual serve como base para o fortalecimento do teórico do estudo. A metodologia é a terceira parte, por meio desta estão descritos os instrumentos utilizados pelos pesquisadores para o alcance dos resultados obtidos. Nos resultados e discussões, foi feito o processo de comparação e discussão em torno das principais ideias obtidas nos estudos relacionados. A conclusão é a parte final, onde são resumidos os resultados obtidos em conjunto com o levantamento de ideias que podem contribuir para a resolução do problema estudado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ANATOMIA DO JOELHO

O joelho é uma articulação biaxial do tipo gínglimo, (em dobradiça modificada), com dois meniscos intercalados, sustentados por ligamentos e músculos (KISNER; COLBY, 2016).

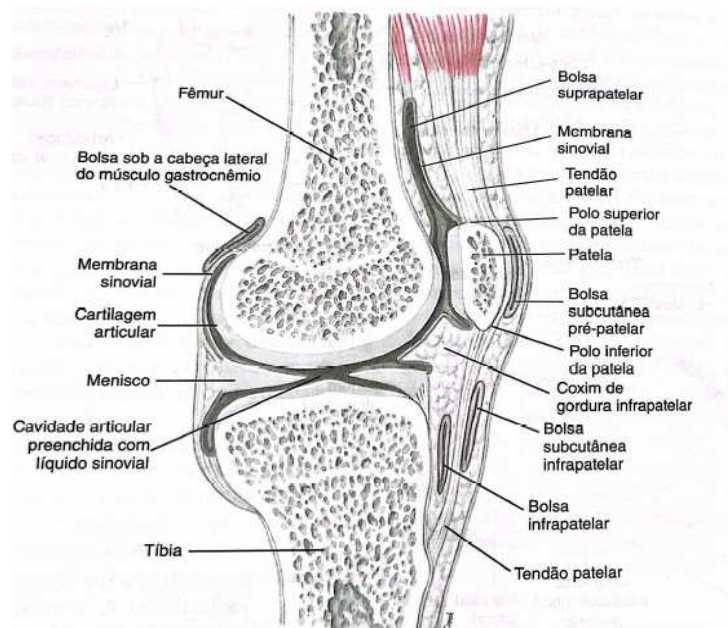


Figura 1 - Articulação do joelho, vista sagital. Fonte: Floyd (2016, p.276)

Conforme observado na Figura 1, a articulação do joelho é composta pelo fêmur, (região distal), com seus dois côndilos, a tíbia {região proximal), com seus dois platôs tibiais e o osso patelar (KISNER; COLBY, 2016).

A articulação do joelho é uma das maiores articulações sinoviais do corpo humano e um dos sistemas biomecânica mais complicado já visto (SAAVEDRA *et al.*, 2012). A articulação do joelho possibilita uma amplitude de movimento, tolerando o peso do corpo, conduzindo forças nativas do solo (HAMILL *et al.*, 2016).

Pode - se dizer que dependendo da posição, essa articulação comporta - se de forma que gere estabilidade e tolerância ao peso, portanto na extensão a articulação se estabiliza devido sua retificação na vertical, gerando harmonia entre as faces articulares e ação da gravidade (HAMILL *et al.*, 2016).

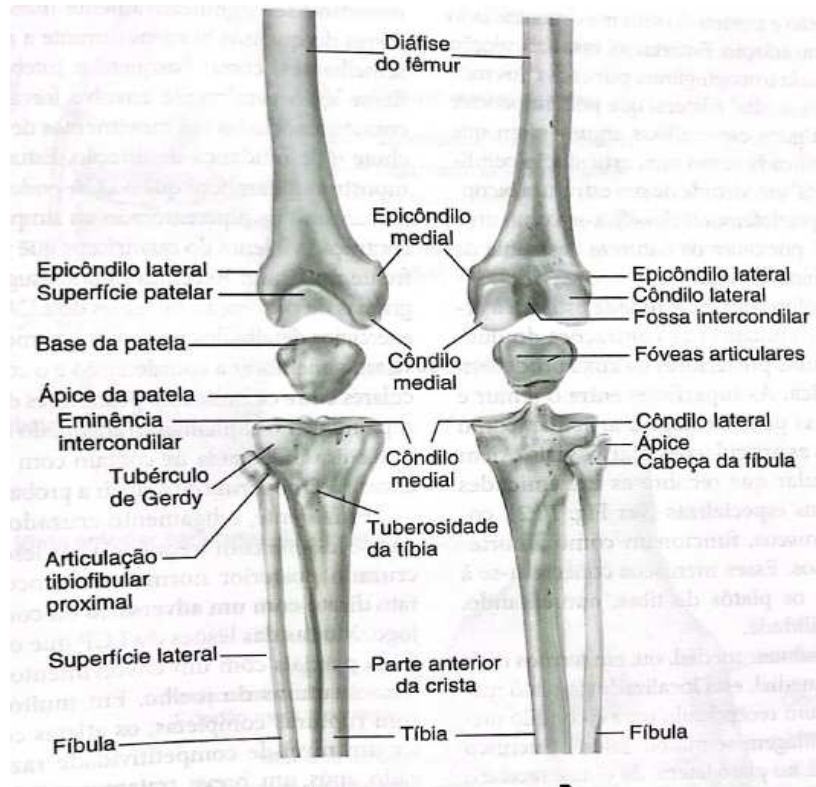


Figura 2 - Ossos do joelho. Fonte: Floyd (2016, p.273).

Já na posição de flexão essa articulação gera uma mobilidade que precisa ser estabilizada, onde essa estabilização será obtida através de estruturas como ligamentos, músculos e a capsula articular (HAMIIL *et al.*, 2016).

Composta por duas articulações: a tibiofemoral e a patelofemora que são envolvidas pela capsula articular frouxa. Os recessos da cápsula desenvolvem as bursas suprapatelar, subpoplitea e bursa do músculo gastrocnêmio (KISNER; COLBY, 2016).

A articulação tibiofemoral, é, portanto, do tipo condiloide duplo, onde existe uma conciliação entre uma articulação em gínglimo e trocoidea, localizada na junção do osso femoral e o osso tibial (HAMIIL *et al.*, 2016).

Conforme Figura 3 a seguir, nota-se que a articulação patelofemoral, é formada pelo fêmur e a patela na incisura troclear, é um osso sesamoide, circundada pelos tendões do quadríceps femoral, em formato de triângulo. A patela está atrelada à tuberosidade tibial através do tendão patelar, e conexas ao fêmur e tibia por meio dos ligamentos patelofemorais e patelotibias (HAMIIL *et al.*, 2016).

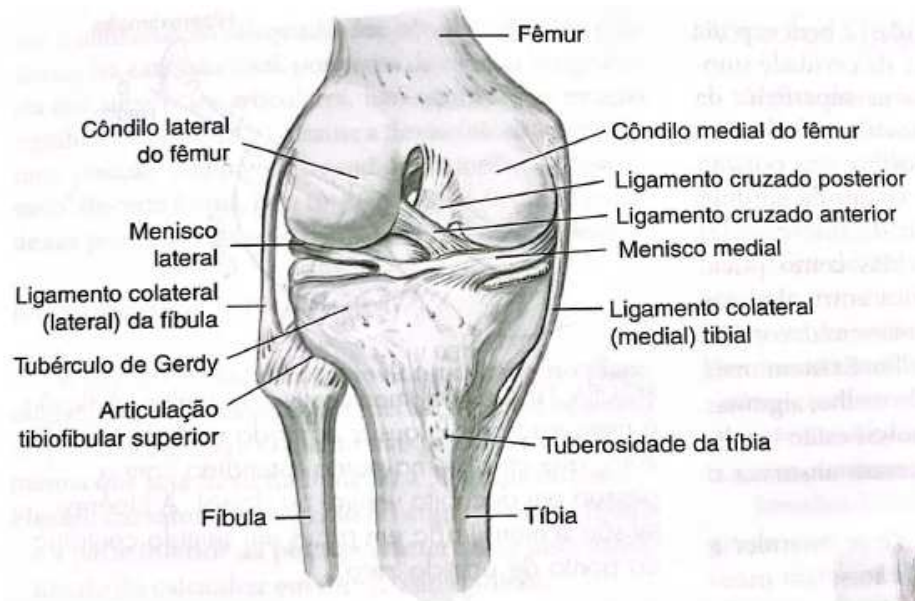


Figura 3 - Vista anterior do joelho, com remoção da patela. Fonte: Floyd (2016, p. 275).

Já a articulação tibiofibular proximal, quanto a sua posição anatômica, encontra-se próximo do joelho, intrincada por capsula articular e trabalha biomecanicamente junto ao tornozelo, dessa forma, essa articulação não interfere diretamente na biomecânica do joelho. (KISNER; COLBY, 2016).

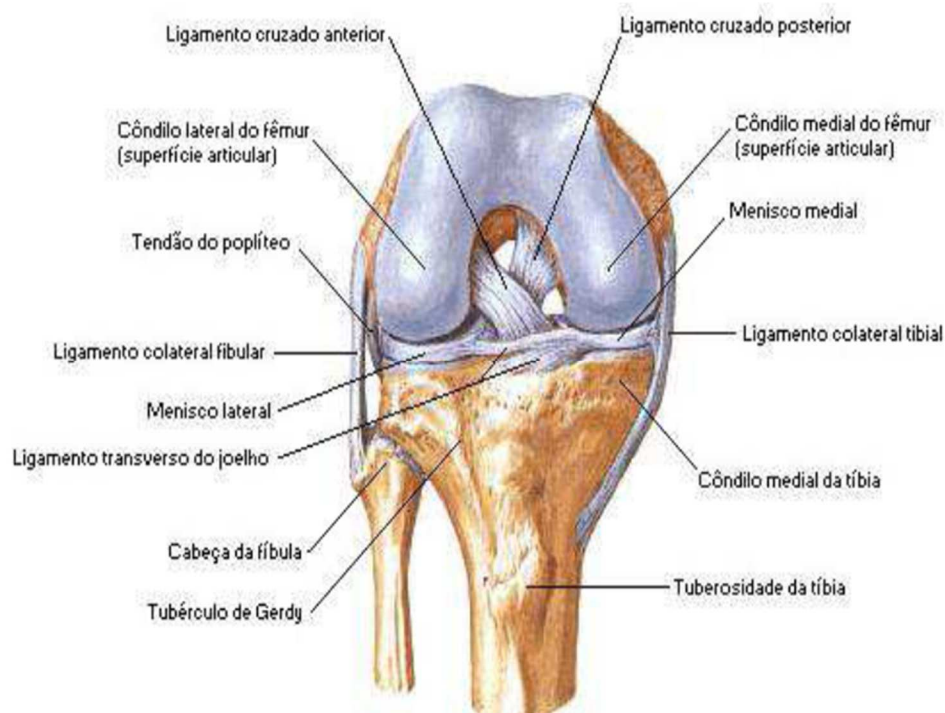


Figura 4 - Vista anterior das estruturas articulares do joelho. Fonte: Netter (2000, p. 75).

Conforme a Figura 4, nota-se que a articulação tíbiofibular é caracterizada como uma estrutura fixa de forma a produzir pouco movimento, conectada por ligamentos e músculos e quanto a sua localização, a mesma se encontra na região lateral e posterior em relação a tíbia, é uma articulação do tipo sinovial e é formada entre o côndilo lateral da tíbia e a cabeça da fíbula na região próxima (SILVARES *et al.*, 2010).

2.1.1 Côndilos e platô

Na região distal do fêmur contém duas faces convexas, denominada de côndilos medial e côndilo lateral, isoladas pela fossa intercondilar e incisura troclear (HAMILL *et al.*, 2016). Pode-se dizer que esses côndilos contêm particularidades anatômicas, onde o côndilo lateral apresenta-se mais achatado, sua área de superfície é maior, é mais posterior e mais acentuada anteriormente, mantendo assim a patela no lugar.

Já o côndilo medial estende-se em direção longitudinal e medial, no sentido anteroposterior torna-se mais longo, mantém um alinhamento em relação a tíbia e na superfície posterior mantém um ângulo afastando do fêmur (HAMILL *et al.*, 2016).

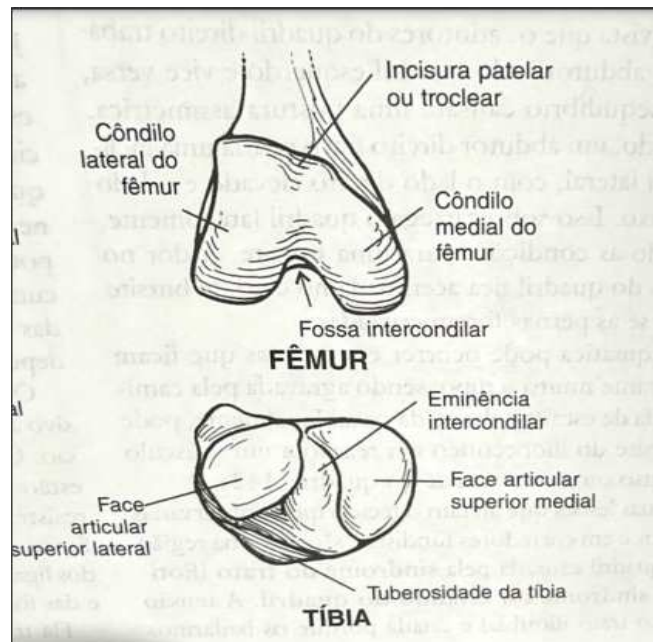


Figura 5 - Faceta condilar. Fonte: Hamill *et al.*, (2016, p. 202).

Superior aos côndilos, encontra-se outras estruturas denominadas epicôndilo lateral e epicôndilo medial, que são pontos de inserção da capsula, músculos e ligamentos (HAMILL *et al.*, 2016).

Os côndilos estão assentados sobre a face articular, são divididas pela eminência intercondilar, onde funciona como ponto de inserção para ligamentos, além de centralizar a articulação, eles dão firmeza para estruturas como ossos na sustentação da carga corporal (HAMIIL *et al.*, 2016).

O platô tibial medial é uma estrutura delicadamente côncava, sendo oval e alongada anteroposterior, no objetivo de acomodar o côndilo femoral. Já o platô tibial lateral é uma estrutura delicadamente convexa, tornando assim um ajuste ruim, pois tanto a tíbia quanto o fêmur lateral têm faces convexas, e essa discrepância favorece a rotação (HAMIIL *et al.*, 2016).

2.1.2 Meniscos

Os meniscos são divididos em dois: menisco lateral, menisco medial, são fibrocartilagenosos, sua localização encontra-se entre a tíbia e o fêmur. Os meniscos também têm suas peculiaridades, na qual o menisco lateral é oviforme, com fixação nos cornos anteriores e posterior, além da inserção dos músculos do quadríceps femoral na face anterior, do musculo poplíteo na face posterior e do ligamento cruzado posterior (LCP), também na face posterior (HAMIIL *et al.*, 2016).

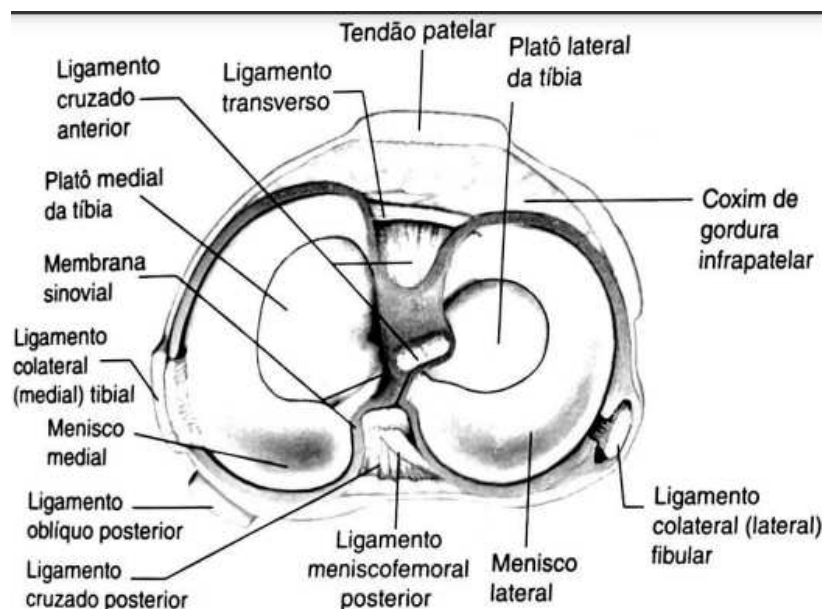


Figura 6 - Vista superior com remoção do fêmur. Fonte: Floyd (2016, p. 275).

O menisco medial tem uma estrutura maior que o menisco lateral, sua forma é de um semicírculo e com grande suporte de inserção tanto no corno anterior como no corno posterior, através do ligamento coronário (HAMIIL *et al.*, 2016).

Pode-se dizer que o menisco medial está conexo na face anterior ao quadríceps femoral e ao ligamento cruzado anterior (LCA), na face lateral está conexo ao ligamento colateral tibial e na face posterior está conexo ao musculo semimebranáceo (HAMIIL *et al.*, 2016).

O menisco medial tolera até 50% do peso axial, já o menisco lateral tolera até 70 % do peso axial, na extensão total ocorre uma pressão anteriormente aos cornos meniscais, devido a extensa área de contato existente entre o platô tibial e o fêmur, quando o joelho flexiona incide um deslizamento posterior da tibia ocasionando um rolamento posteriormente em curso ao cornos meniscais posteriores (LEÃO, 2021).

Os meniscos aperfeiçoam a harmonização das faces articular. Estão unidos aos côndilos tibiais e à cápsula, através dos ligamentos coronários, sua junção é realizada através do ligamento transverso e à patela através dos ligamentos patelomeniscais (KISNER; COLBY, 2016).

Quanto ao suporte sanguíneo dos meniscos, é realizada apenas nas extremidades posteriores e anteriores, porém no seu interior onde é fibrocartilaginoso não dispõem dessa irrigação, pois caso seja lesado em sua região periférica poderá suceder uma cicatrização, mas se for no interior desse menisco onde não há suporte sanguíneo, torna-se inviável essa cicatrização (HAMIIL *et al.*, 2016).

2.1.3 Ligamentos

Os ligamentos cruzados e os ligamentos colaterais geram estabilidade passivas expressivas em várias amplitudes de movimento dessa articulação (KISNER; COLBY, 2016).

Em concordância com os autores ressalva-se que esses ligamentos proporcionam a estabilização da articulação do joelho quando não há movimento e por sua vez a musculatura que fazem parte da região anterior e posterior da perna irão garantir a estabilidade no movimento desta estrutura (FLOYD, 2016).

Os ligamentos cruzados são localizados na região interna da articulação do joelho, em um local definido como espaço intercondilar, esses ligamentos são inerentes, com domínio dos movimentos anteroposteriores e rotacionais do joelho (HAMIIL *et al.*, 2016).

“O ligamento cruzado anterior (LCA) é constituído por dois feixes: o anteromedial e o posterolateral, que se estendem da região posteromedial do côndilo femoral lateral à região intercondilar anterior da tibia” (LEÃO, 2021, p. 24).

As fibras anteromedial impedem a anteriorização da tíbia com o joelho em flexão, já a fibras posterolateral impedem a mesma anteriorização da tíbia com o joelho próximo da extensão e ainda desempenha enorme função de ajudar estabilizar a rotação da tíbia (LEÃO, 2021).

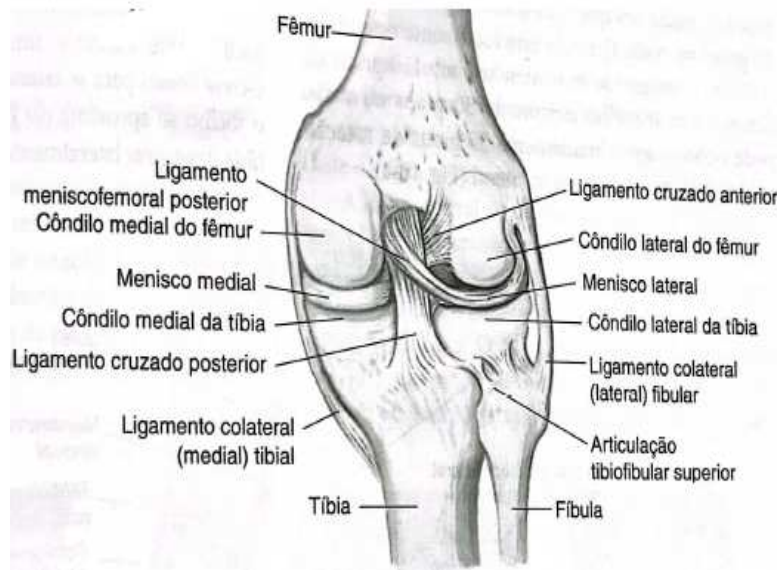


Figura 7 - Vista posterior do joelho. Fonte: Floyd (2016, p.275).

O ligamento colateral medial (tibial), é formado por um feixe extenso e planado, com uma extensão aproximado a 12 cm, onde sua localização encontra-se na face medial do joelho que cruza do epicôndilo medial do fêmur ao côndilo medial da tíbia. A função desse ligamento é conservar conexo a articulação do joelho em sua face medial (WALKER, 2011).

O ligamento colateral medial (tibial), encontra-se unido a superfície medial do joelho conservando a estabilidade medial opondo-se às pressões em valgo ou dificultando a abdução da articulação do joelho (FLOYD, 2016).

O ligamento colateral medial também irá ter uma circulação sanguínea através de ramificações artérias que irão fazer partes das extremidades superiores e inferiores de sua estrutura e seus micro vasos irão estar adentrando em sua camada desde a superfície e se ramificando interiormente em feixes neurovasculares com menor calibre que seguem igualmente a sua estrutura fibrosa que é mais abundante (MAGEE *et al.*, 2013).

Ainda de acordo com Magee (2013), o arranjo de estruturas do LCM tem uma grande semelhança com o LCA pois os seus vasos não sobrepõem a interface óssea no ligamento já formado. O LCM tem como característica de inervação o recebimento

direto do nervo articular medial, que é uma ramificação do nervo safeno, dessa forma a inervação desse ligamento é mais concentrado no epiligamento sendo assim os nervos estão mais próximos da região vascular do ligamento, igualmente o LCA.

Quanto ao ligamento cruzado posterior (LCP), apresenta função de conter a posteriorização da tíbia em relação ao fêmur, significando um percentual de 95% de toda energia na realização desse deslocamento. O LCP encurta-se em dimensão e apresenta uma dilatação mais ou menos de 10% quando o joelho estar fletido em 30°, conservando essa dilatação durante todo o movimento de flexão (HAMILL *et al.*, 2016).

De acordo com Hassebrock *et al.* (2020), em comparação com LCA, o LCP dispõe de duas bandas denominadas de anterolateral e posteromedial a qual se insere na fossa intercondilar tibial e quanto a região femoral está inserida no Intercôndilo medial e a crista bifurcada medial. O autor ressalta ainda que o LCP tem como principal função, coibir que a estrutura tibial tenha uma posteriorização correlacionado a estrutura femoral.

Segundo Hamill *et al.* (2016) o LCP tende a ampliar-se em dimensão entre 5% na rotação interna, chegando a 60% na flexão, prosseguindo com redução de sua dimensão na flexão de 5% a 10%. Ressalta-se ainda que o ligamento cruzado posterior (LCP) não é comprometido no movimento de rotação externa, pois o mesmo conserva uma dimensão criteriosamente estável.

Os feixes do ligamento cruzado posterior (LCP), compartilham de vários desempenhos. O feixe posterior tende a tensionar quando é realizado o movimento de estender o joelho, já os feixes anteriores são tensionados na metade do movimento de flexão. O autor ressalta ainda que o LCP permanece em tensão no movimento de flexão total através do feixe posterior (HAMILL *et al.*, 2016).

Assim como os demais ligamentos que compõe a articulação do joelho o ligamento colateral lateral (LCL) tem como principal função a estabilidade da articulação, este por sua vez, é o principal estabilizador da região lateral externa do joelho, além dessa função, o LCL também atua como coadjuvante na estabilidade na rotação externa e da região posterior da articulação do joelho (GRAWE *et al.*, 2018).

O LCL serve principalmente para resistir as forças em varo e, secundariamente, para resistir à rotação externa da tíbia em conjunto com o PFL. Em adição desempenhar um papel secundário importante na prevenção do deslocamento anterior da tíbia (GRAWE *et al.*, 2018, p.121).

O LCL é uma das estruturas que compõe a camada mais interna da região lateral do joelho, assim como o ligamento fabelofibular, o tendão poplíteo, o ligamento popliteofibular, a cápsula articular e o ligamento arqueado. Quanto a inervação do LCL se ramifica de três estruturas distintas, sendo um ramo do nervo tibial, outro do nervo fibular e o outro ramo também sai do nervo fibular, porém este a nível da cabeça da fíbula (HASSEBROCK *et al.*, 2020).

2.1.4 Principais músculos e tendões

Outra estrutura de grande importância da região do joelho é a Musculatura que irão garantir a estabilidade dinâmica do joelho, segundo Floyd (2016), os músculos que irão formar o quadríceps femoral (reto femoral, vasto lateral, vasto intermédio e vasto medial), estes irão se contrair para elevar a patela promovendo a extensão do joelho. Já os músculos que formam os ísquios tibiais (bíceps femoral, semimembranáceo e semitendíneo) irão promover a flexão, vale ressaltar que o sartório, grácil e gastrocnêmio também irão atuar neste movimento.

Floyd (2016) enfatiza que o musculo poplíteo também tem uma grande importância na flexão do joelho, este diferente dos demais, é um musculo uniarticular, ou seja, o mesmo só faz parte da articulação do joelho, além da flexão promove a rotação interna do joelho.

O tendão do quadríceps é formado pela junção dos tendões dos músculos que compõe esse mesmo grupo muscular, dessa forma interagindo-se entre si para realizar o apoio na extensão do joelho, este por sua vez, tem como inserção na borda medial, proximal, dorsal e lateral da patela. Já o tendão patelar se trata da continuidade do tendão do quadríceps que tem sua origem e inserção composta na borda inferior da patela e se insere na tuberosidade da tíbia (LEE *et al.*, 2013).

Na região posterior, os tendões que vão compor a articulação serão da musculatura dos ísquios tibiais onde um será originado do músculo semimembranáceo (SM) que terá sua origem profunda, curvada e posicionada lateralmente a tuberosidade isquiática e sua inserção na face posterior e medial da tíbia, o tendão do semitendinoso (ST) que em conjunto com a cabeça longa do bíceps femoral (BF) formam um único tendão que tem sua origem na porção medial, superficial e esse por sua vez se sobrepõe ao musculo SM, e distalmente esses se separam e a cabeça longa do BF se une com cabeça curta e se inserem na cabeça da fíbula e na região lateral da tíbia, vale ressaltar que o músculo ST faz parte da

região chamada de “pata de ganso”. Igualmente ao quadríceps os tendões dos ísquios tibiais, trabalham juntos para realizar o movimento, neste caso, a flexão do joelho. (BERTCHE *et al.*, 2020).

2.1.5 Capsula e Membrana articular

Avaliada como essencial mecanismo de base próximo do joelho está a cápsula articular. Estimada como uma das ascendentis cápsula encontrada no indivíduo, reclusa por feixes ligamentares e a musculatura. Na superfície anterior a cápsula desenvolve uma bolsa magna que propõem uma estimável superfície da patela, permanecendo suprida pela gordura de Hoffa e pela bursa infrapatelar (HAMILL *et al.*, 2016).

Hamil *et al.* (2016) afirmam ainda que a capsula é coberta com a maior membrana sinovial do indivíduo. Aborda-se de natureza branda e maleável que se projeta na parte superior do côndilo femoral tanto no movimento de flexão como no movimento de extensão. Os autores ressaltam ainda que caso haja avaria, aplica é capaz de fibrosar e assim gera uma relutância ou até mesmo provoca dor ao movimentar-se. Vale frisar que os autores afirmam a existência de mais de 20 bursa no íntimo e ao redor do joelho diminuindo assim o atrito entre estrutura como músculo, ossos e tendões.

2.1.6 Líquido sinovial

O líquido sinovial (LS) por sua vez possui uma grande quantidade de eletrólito e moléculas semelhante à do hemolinfa, o mesmo também possui moléculas filtradas que são oriundas do plasma e além do mais possui várias substâncias diversas pelos sinoviócitos (MAGEE *et al.*, 2013).

O LS não tem nenhuma força de tensão, dessa forma o soluto tem sua pressão ajustada por forças externas à estrutura e forças osmóticas, a homeostase entre essas forças é de suma importância pois através desta, ocorre a influência das trocas de líquido entre o espaço articular e os vasos sinoviais (MAGEE *et al.*, 2013).

De acordo com Magee *et al.* (2013), o líquido é considerado como um condutor importante para a nutrição tecidual no recobrimento da sinovia, e a cápsula articular hialina, além de ser um agente lubrificador atenua o grau força na movimentação reduzindo o choque e gerando apoio nas faces das articulações.

2.2 BIOMECÂNICA DO JOELHO

De acordo com Floyd (2016) o joelho realiza os movimentos de flexão e extensão e estas são efetivadas em um plano sagital, o mesmo também executa rotação interna e externa, porém é necessário que o membro esteja flexionado entre 20 e 30 graus. Floyd (2016, p.277) relata que:

Flexão: curvatura ou redução do ângulo, entre o fêmur e a parte inferior da perna; caracteriza-se pelo movimento do calcanhar em direção aos glúteos. Extensão: correção ou aumento do ângulo entre o fêmur e a parte inferior da perna. Rotação lateral: movimento de rotação da parte inferior da perna afastando-se lateralmente da linha mediana Rotação medial: movimento de rotação da parte inferior da perna aproximando-se medialmente da linha mediana.

Segundo Magee *et al.* (2013) as articulações do tipo diartrose, tem uma importante função de propor movimentos mútuos, inclusos em umas grandes diversidades de pesos e agilidades mantendo-se estável. As articulações têm como intuito trabalhar com o mínimo de atrito e pouquíssimo desgaste sem nenhuma relação de estresse que uma determinada carga venha propor na articulação, ou seja, mesmo com uma carga mais elevada ainda assim não poderá conter desgaste na estrutura articular.

Floyd (2016) destaca os movimentos osteocinemático, como um deslocamento que ocorre na articulação, conexas ao plano frontal, plano sagital e ao plano transversal. A movimentação nas faces articulares o autor destaca como movimentos artrocinemáticos, no qual gera deslocamento na face da articulação que encontra se em conexão com outra face articular óssea ocasionando assim movimentos de rolar, deslizar e rotacionar.

A funcionalidade da articulação do joelho é complicada devido as suas estruturas internas e externas não serem simétricas, também devido a mesma possui estrutura sesamoide, (patela), na face anterior da articulação. No movimento de flexão em cadeia cinética fechado, o fêmur faz um movimento posterior de rolamento por cima da tíbia, dando origem a um giro externo, gerando uma abertura em conexão a essa estrutura. Porém, quando a flexão é realizada em cadeia cinética aberta, a moção da tíbia em contato ao fêmur, gera um deslocamento anterior causando uma rotação interna e conseqüentemente uma adução (HAMILL *et al.*, 2016).

Hamil *et al.* (2016) ainda afirmam que no movimento de estender a perna em cadeia cinética fechada, o fêmur gera um rolamento anterior, e com isso ocorre uma

rotação interna, logo, também gera uma adução. E ao realizar o mesmo movimento de extensão em cadeia cinética aberta, a tíbia realiza um rolamento posterior, realizando uma rotação externa e com isso gera uma abdução.

Os ligamentos apresentam uma conduta biomecânica complicado, contudo, notáveis em suas funcionalidades. Tecidos conjuntivos apresentam características biomecânicas consideráveis através de seu desempenho estrutural, material e sua viscoelasticidade. No desempenho estrutural diz respeito ao comportamento geral dessa estrutura, ou seja, para resistência estrutural do complexo ligamentar não importa quem falhou, mas sim para a carga e deformação no qual essa estrutura fracassou. Portanto, a resistência desse complexo é que vai determinar o seu reconhecimento (MAGEE *et al.*, 2013).

Magee *et al.* (2013) frisam que o desempenho material de um ligamento, são as condutas de carga –deformação, regularizada para o comprimento do ligamento e as modificações em partes de suas dimensões. Portanto, a modificação no tamanho do ligamento é dividida pelas dimensões padrões dessa estrutura, caracterizando-se como uma estrutura não linear, por apresentar austeridade crescente de acordo com a força exercida e a modificação adquirida.

De acordo com Magee *et al.* (2013), a viscoelasticidade do ligamento é a junção de uma estrutura viscosa a uma elástica, onde possa gerar capacidades de alterar desempenho de acordo com as ações. A funcionalidade viscoelástica do ligamento, corroboram uma habilidade fora do comum em adequar-se, ao seu tamanho em conciliação com pesos reais ou cargas antes adquiridas, assumindo assim uma funcionalidade dentro de uma intensidade de carga e ainda assim não obter danos, e promovendo uma possível colaboração na homeostasia das cargas em toda estrutura.

Sobre a musculatura que estão ligadas aos joelhos Floyd (2016) ressalva que o joelho possui grupos musculares que compõem tanto na parte anterior chamados de extensores que também juntos forma o quadríceps femoral quanto na parte posterior chamados de flexores ou músculos posteriores.

Segundo Floyd (2016) na parte anterior estão os músculos “reto femoral, vasto medial, vasto intermédio e vasto lateral”, já os músculos posteriores são “Bíceps femoral, semimebranáceo, semitendíneo, sartório, grácil, poplíteo e gastrocnêmio”.

Os músculos do quadríceps femoral tem função principal de desacelera o corpo em movimento e também estabilizar quanto ao aterrissar de um salto bem como mudar de direção ao correr, devido a isso os atletas sempre tendem a ter essa

musculatura muito fortalecida afim de garantir uma melhor eficácia no esporte de alto nível. Todos os músculos que formam o quadríceps estão ligados ao tendão patelar, portanto, o mesmo estabiliza também a patela na articulação (FLOYD, 2016).

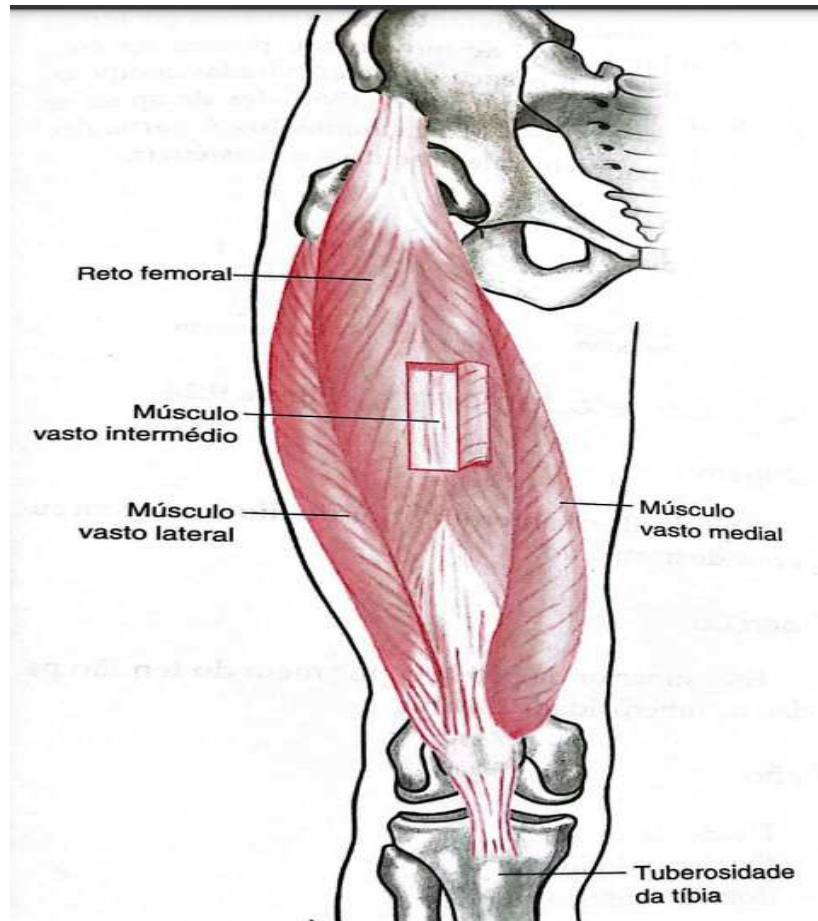


Figura 8 - Grupo músculos do quadríceps, vista anterior. Fonte Floyd (2016, p. 281).

De acordo com a Figura 8, observa-se que a anatomia das estruturas anteriores do joelho formado por músculos quadríceps, tendão, ligamentos, que agem como mecanismo de extensão do joelho onde todas as estruturas interagem em conjunto para realizar o movimento na articulação (ASTUR *et al.*, 2011).

Na visão de Floyd (2016, p. 285):

Todos os músculos posteriores da coxa originam-se no túber isquiático do osso pélvico, à exceção da cabeça longa do bíceps femoral, originário da metade inferior da linha áspera e da lateral da crista condiloide. Os músculos semitendíneo e semimembranáceo inserem-se nas faces anteromedial e posteromedial da tíbia, respectivamente. O bíceps femoral insere-se no côndilo lateral da tíbia e na cabeça da fíbula – daí dizer-se “dois para dentro e um para fora”. A cabeça curta do bíceps femoral origina-se na linha áspera do fêmur.

Portando, Floyd (2016) entende que os músculos posteriores (Figura 9) em contrapartida ao quadríceps tem como principal função a aceleração, dessa forma é comum ver estiramento dessa musculatura em atletas de futebol americano e também corredores na qual exigem uma grande explosão ao acelerar em uma corrida, então deve-se ter um grande preparo voltado a fortalecimento e a flexibilidade desses grupos musculares.

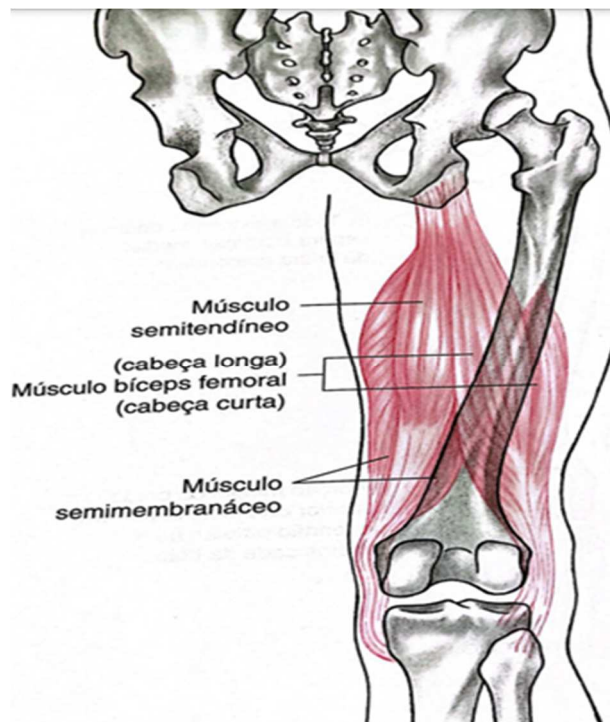


Figura 9 - Grupo do musculo posterior da coxa, vista posterior. Fonte Floyd (2016, p. 286).

Anatomia posterior do joelho, formado pelos músculos BF, ST e SM, que juntos foram os ísquios tibiais, que promovem a flexão do joelho, onde o cabeça curta do BF se origina da crista supracondilar e na linha áspera do fêmur se juntando ao cabeça longe do BF em uma única inserção na porção lateral na cabeça da fíbula (ERNLUND; VIEIRA, 2016).

2.2.1 Definição de côncavo e convexo

As regras de côncavo e convexo tem característica fundamental afim de entendimento sobre os movimentos principalmente de rolar e deslizar sobre duas estruturas articulares, uma articulação côncava ela tem como característica a curvatura óssea para dentro enquanto a articulação convexa se dar a uma estrutura que possui uma protuberância arredondada para fora, dessa forma uma se articulando a outra (NEUMANN, 2012).

2.2.2 Definição de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF)

Perriman *et al.* (2018) interpretam os exercícios de cadeia cinética aberta (Figura 10), como, movimentos livres onde o membro exercitado, não tenha nenhum tipo de toque em bases estável. Quanto ao exercício de cadeia cinética fechado o paciente realiza o treino em bases solidas, ou seja, apoiado.

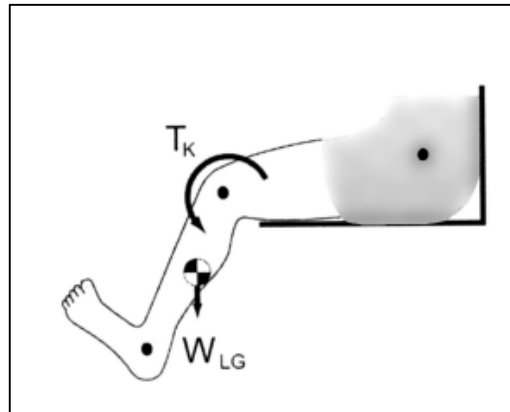


Figura 10 - Ilustração do exercício CCA. Fonte: Fleming *et al.* (2005, p.02).

Tagesson *et al.* (2008) definem CCF, como deslocações da articulação proximal que ocasiona movimentação na articulação distal ao mesmo tempo, diferentemente dos exercícios de CCA, onde a articulação proximal torna se imóvel e a porção longínqua desempenha movimentos livremente. Corroboram ainda que os exercícios de CCA, demonstram gerar resistência superior, comparado com os exercícios CCF, ocasionando um efeito de cisalhamento quando o joelho é estendido nos últimos graus podendo ocasionar tensões no LCA.

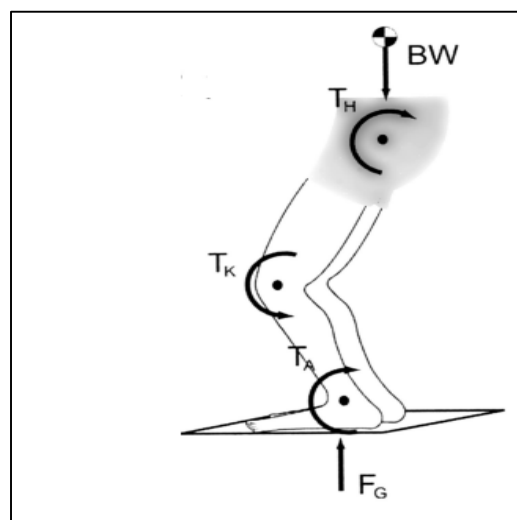


Figura 11 - Ilustração do exercício CCF. Fonte: Fleming (2005, p.02).

No exercício em CCF a carga é disposta nas articulações da perna enquanto o ponto distal estar fixo no solo, dessa forma a força é transmitida do solo para as estruturas articulares proximais do joelho e quadril, portanto, esta é a diferença em relação ao exercício de CCA (FLEMING *et al.*, 2005).

2.2.3 Mecanismo de lesão

Segundo Kisner e Colby (2016), por mais que a lesão ligamentar, seja suscetível a pessoa de toda faixa etária, há uma constância em jovens com a idade entre 20 e 40 anos em decorrência de maior exposição à avaria na prática esportiva. Considerando o rompimento do ligamento cruzado anterior (LCA), o dano com maior assiduidade.

O mecanismo mais comum dessa lesão é quando há redução da flexão do quadril e joelho com ampliação da abdução acompanhado com rotação interna do joelho, gerando assim um valgo dinâmico (GHADERI *et al.*, 2021).

Quando o pé se encontra acionado ao solo, segurando a tíbia no lugar, e o joelho é girado violentamente, o estresse pode causar rupturas do LCA, que podem variar de uma ruptura ínfima de algumas fibras a uma ruptura total (WALKER, 2011).

O ligamento cruzado anterior, também pode ser rompido decorrente de um violento choque no joelho, podendo lesionar outras estruturas como menisco, tendões e os demais ligamentos envolvidos na articulação do joelho (WALKER, 2011).

Walker (2011) afirma que ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA), pode acontecer tanto através de um trauma como podem ser não traumática. Onde o traumático, o mecanismo da lesão será uma pancada na face lateral do joelho gerando um valgo excessivo, podendo lesionar não apenas o ligamento cruzado anterior, como de outra estrutura como menisco medial, ligamento colateral medial, resultando no dano denominado “tríade infeliz” (KISNER; COLBY, 2016).

Kisner e Colby (2016) identificam contratempos que possa gerar lesões ligamentares, coligados em quatro grupos fundamentais, que são: biomecânico, neuromuscular, estrutural e hormonal. Os autores definem contratempos biomecânicos a crescente adução de quadril, que refere-se à ampliação do valgismo no joelho. Outra probabilidade é quando quadril e articulação do joelho tem uma diminuição na angulação em posição flexionada.

Ainda de acordo com Kisner e Colby (2016), os fatores neuromusculares estão totalmente ligados aos fatores biomecânicos pois estes dependem do sistema neuromuscular para realizarem as devidas posições e movimentos musculares e articulares, dessa forma, o estresse no momento de uma aterrissagem de um salto onde exige um maior esforço do quadril e joelho, quando há uma diminuição de força em músculos extensores, ocorre uma instabilidade e devido um maior aumento do cisalhamento anterior no joelho o que provoca um estresse no LCA.

Os fatores estruturais como o próprio nome diz estão relacionadas as estruturas dos joelhos que leva em consideração as formações articulares como o sulco femoral, alinhamento dos membros inferiores e tamanho do ligamento, pois a alteração dessas partes anatômicas poderá levar uma diminuição da rigidez ou frouxidão ligamentar o que pode aumentar a possibilidade de lesão do LCA (KISNER; COLBY, 2016).

De acordo com Magee *et al.* (2013) os fatores hormonais está associado ao motivo das lesões ocorrerem mais em mulheres do que em homens, e essa diferença de sexo também estar associada tanto na lesão como na recuperação da mesma, porém em alguns estudos não comprovaram que há aumento da lesão no período menstrual, só que foi identificado que mulheres com início de gestação podem ter maior risco de lesão do LCA e também maior retardação do processo de recuperação em caso de lesão.

Kisner e Colby (2016) corroboram identificando as desigualdades de hormônios entre o sexo masculino e feminino, quem vem demonstrando probabilidade no aumento de caso de ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA), pois nos ligamentos existem espaços que recebem hormônios como estrogênio, progesterona e testosterona que são hormônios sexuais, e caso haja alguma alteração destes, podem influenciar diretamente no próprio ligamento.

Já no mecanismo não traumático kisner e colby (2016) afirma que uma das causas dessa avaria é hiperestender o joelho de forma excessiva e violenta, outra forma é girar externamente a tíbia com o pé apoiado ao solo, confirmando assim a afirmação de Walker (2011).

2.2.4 Diagnóstico clínico e fisioterapêutico

A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) torna-se traumática para o atleta, pois essa lesão é pertinente a um trauma emocional com aspecto substancial de que o atleta não voltará a um padrão competitivo do esporte (HUANG *et al.*, 2019).

Kisner e colby (2016) destacam déficits tanto na estrutura como na funcionalidade da articulação do joelho com ruptura de ligamento cruzado anterior (LCA), restringindo execuções de movimentos adequados para realização de exercícios proposto para os atletas. Entre eles destaca se há presença ou não de edema, falseio gerando instabilidade, déficits de amplitude de movimento (ADM), bloqueio de músculos importantes como reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio (quadríceps).

Segundo Magee (2019) havia dois novos estudos que avaliavam a função do ligamento através da análise da biomecânica e da cinemática do mesmo afim de identificar possíveis alteração, o mesmo mencionou também um exame por imagem que é chamado de imagem de perfusão endoscópica com laser speker (eLSPI) que era uma variação do laser de Doppler que na qual apresentava um tempo de resolução mais rápida e com isso era mais sensível a estrutura da articulação.

De acordo com Cimino; Volk; Setter (2010), a ressonância magnética (RM), é apontada como padrão ouro no diagnóstico de ruptura do ligamento cruzado anterior, além de proporcionar a visibilidade de outras estruturas que compõem a funcionalidade do joelho.

Huang *et al.* (2022) confirmam a fala de Cimino; Volk; Setter (2010), apontando a ressonância magnética, como uma via segura para diagnosticar lesão no ligamento cruzado anterior e acrescenta a artroscopia de caráter exploratório cirúrgico, como método seguro e padrão altíssimo de confiabilidade para concluir um diagnóstico clínico.

Huang *et al.* (2022) afirmam ainda a utilização de outras tecnologias empregadas em análise clínica (ultrassom, tomografia computadorizada e radiografia), porém ressaltam que as mesmas são questionáveis, por não ter precisão quanto ao tipo de lesão, quanto a parte lesionada e a gravidade da lesão.

Cimino; Volk; Setter (2010) ressaltam que para obter uma boa avaliação, o profissional deve observar o paciente ao adentrar seu consultório, dando ênfase em como o paciente caminha e como o mesmo se adequa em relação a dor e possíveis limitações gerada pela lesão. O mesmo destaca que lesão no ligamento cruzado anterior gera limitações importante, como estender e flexionar o membro afetado até sua amplitude total.

Cimino; Volk; Setter (2010) destacam testes ortopédicos importantes para detectar lesão no ligamento cruzado anterior, e de acordo com o mesmo o teste de

lackman se sobressai com uma precisão de mais ou menos 84%, seguido do teste da gaveta anterior, que obtém mais ou menos 62% de confiabilidade e um terceiro teste é citado também com precisão de mais ou menos 62% chamado de deslocamento do pivô.

Já, Huang *et al.* (2022), confirmam o raciocínio de Cimino; Volk; Setter (2010), quanto a utilização de teste ortopédicos no diagnóstico de lesão do LCA, onde o, mesmo destaca quatro testes específico, (Teste de lackman, teste de gaveta anterior, deslocamento do pivô e o teste do sinal da alavanca), onde o mesmo afirma que esses testes apresentam a sua importância na identificação da lesão.

2.2.5 Tratamento conservador

A reabilitação conservadora da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), é capaz de obter funções iguais aqueles que decidem por tratamento cirúrgico. Nos dias atuais as evidências corroboram as ambas possibilidades terapêuticas, sendo necessário avaliar a necessidade de cada indivíduo. (LEÃO, 2021).

Conforme Magee *et al.* (2013) no tratamento da lesão do ligamento a imobilização da articulação pode ser prejudicial para a mesma, pois pode tornar a articulação mais rígida, podem gerar osteócitos e retardar o efeito de cicatrização do ligamento. Porém, em casos de deficiência do LCA a imobilização pode ser benéfica quando realizada por curto prazo pois evitam uma maior carga e consequentemente a carga dos ligamentos.

Almeida et al (2014) realizaram um estudo de caso em uma paciente com lesão do LCA onde fizeram uma intervenção fisioterapêutica de 28 sessões sendo 3 vezes por semana, onde efetuaram exercícios de fortalecimento, equilíbrio, proprioceptivos e sensorial. Após a intervenção foi feito o acompanhamento das pacientes e após 2 anos da alta da pacientes, a mesma estava desempenhando suas atividades como lutadora normais, realizaram os teste de dor e instabilidade do joelho com a mesma e tiveram nota máxima no desempenho, isso sem a realização de processo cirúrgico, comprovante que o tratamento conservado também é eficaz para lesão do LCA.

Os exercícios tem efeitos benéficos sobre o ligamento lesado e também não lesados, pois podem promover uma cicatrização mais rápida e também um remodelamento mais eficaz no ligamento, mas deve-se atentar a carga utilizada pois não pode ser muita pesada para que não prejudique a recuperação, do mesmo, para estas atividades não há um carga ideal propriamente dita, cargas baixas em atividade

nestes casos promovem um tecido ligamentar mais forte e mais rígida (MAGEE *et al.*, 2013).

Magee *et al.* (2013) explicam que a aplicação de gelo é bastante benéfica quando iniciado a aplicação de imediato, pois diminui o processo inflamatório e também o sangramento e consequentemente o edema diminui, dessa forma evita que outras áreas sejam prejudicadas.

2.4.6 Tratamento cirúrgico e tipo de enxerto

De acordo com Nadeem *et al.* (2022), o tratamento cirúrgico do ligamento cruzado anterior, tem como finalidade restaurar tanto a confiança do paciente como devolver um desempenho funcional da articulação do joelho, haja vista que a lesão do ligamento cruzado anterior gera disfunção, instabilidade, limitações tanto mecânicas quanto funcionais. O tratamento cirúrgico é visto como uma das melhores opções de tratamento em termo de qualidade para recuperar todas as disfunções, e gera uma probabilidade ao paciente de retornar as suas atividades pré-lesão.

Harput *et al.* (2018) ratificam que atletas com ruptura do ligamento cruzado anterior, que almeja o retorno ao esporte nas mesmas condições, antes da lesão, que seja indispensável o procedimento cirúrgico, por mais que seja invasivo, arriscado, cansativo e sem garantia de que não haja recidiva.

Uçar (2014) enfatiza que o tratamento cirúrgico é uma técnica exemplar na prevenção do aumento das limitações funcionais e mecânicos, evitando restrições musculoesquelética futuras. DAUTY *et al.* (2010) afirmam que por mais que o tratamento cirúrgico seja uma técnica confiável, é muito importante avaliar o tipo de enxerto a ser utilizado, pois os mesmos frisam que o tratamento cirúrgico gera uma diminuição de resistência isocinética do membro lesionado em comparação com o membro não lesionado, e muitas vezes isso é ocasionado devido a escolha do enxerto a ser implantado.

Dauty *et al.* (2010) confirmam em seus estudos que os tendões dos isquiotibiais e o tendão patelar, são comumente utilizados como enxerto na substituição do ligamento lesionado, proporcionando a estabilização necessária para o joelho, graduando uma diminuição no processo doloroso e principalmente oferecendo um provável retorno as suas atividades esportivas anterior a lesão.

Além dos tendões dos isquiotibiais e tendão patelar, o tendão do quadríceps é uma opção que está sendo bastante utilizadas por cirurgiões renomados, como auto enxerto em reconstrução do ligamento cruzado anterior (LEÃO, 2021).

Faber *et al.* (2014) enfatizam em seus estudos que muitos cirurgiões optam pelo método enxerto de feixe único, por mais que não tenha sido encontrada em seus estudos diferenças significativas, na comparação do método de enxerto de feixe duplo. Quanto preferência entre a utilização de auto enxerto versus alo enxerto em atletas, a maioria dos profissionais optaram pela técnica de auto enxerto, pois de acordo com depoimentos o alo enxerto apresentou um maior índice de recidiva.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizado um estudo científico, cujo trata-se de uma pesquisa exploratória tendo como característica o esclarecimento de ideias com intuito de fornecer uma visão panorâmica do tema abordado e apresenta uma abordagem qualitativa (SEVERINO, 2007).

O estudo demonstra uma pesquisa com abordagem qualitativa, que conforme Dias e Silva (2010), contorna o uso de informações qualitativas que se consegue obter através de um diálogo entre duas ou mais pessoas, ou qualquer documento que sirva para provar determinada pesquisa e uma análise para a capacidade de perceber e descomplicar um fenômeno.

A revisão de literatura se caracteriza por um estudo baseado em pesquisas bibliográficas, que abordam determinados temas que através da análise, os mesmos respondem e comprovam uma específica ideia (NORONHA; FERREIRA, 2000).

O referencial teórico da revisão bibliográfica foi baseado em artigos, livros e e-book eletrônicos, com data de publicações de 2005 a 2022, onde foram realizadas com temas abordando a anatomia do joelho, ligamentos, tipos de tratamentos, mecanismos de lesão e tipos de movimentos do joelho.

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS ARTIGOS

Diante da pesquisa e melhor compreensão do tema, onde visa esclarecer os benefícios da cadeia cinética aberta e fechada no tratamento da lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas. Conduzida, portanto, através de dados e artigos mediante as seguintes etapas: escolha do tema, critérios de inclusão e exclusão dos artigos selecionados e análise do mesmo.

A pesquisa foi realizada nas bases de dados PEDro, Pubmed e Medline. Utilizando as palavras chaves: joelho, ligamento anterior, lesão, ligamento cruzado, cadeia cinética aberta, cadeia cinética fechada, com a utilização de artigos na língua inglesa. De acordo com o critério de inclusão foram selecionados estudos que tinham informações sobre os benefícios da utilização de cadeia cinética aberta e fechada no tratamento de lesões do ligamento cruzado anterior em atletas, mecanismo de lesão do LCA, anatomia do joelho, reconstrução ligamentar e que apresentassem protocolos de tratamentos e seus resultados.

Fazendo uso de pesquisas dos últimos 25 anos, portanto, esta pesquisa também se propôs a visitar a anatomia do joelho, que se utilizou de livros especializados para suportar o tema. Nos critérios de exclusão, foram descartados artigos que não apresentaram relevância para o estudo, temas que não utilizava os exercícios proposto nesta pesquisa e estudos que não fossem randomizados.

3.3 COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Para os resultados foram utilizados as bases de dados da (Pubmed) e Medline (**U. S. National Library of Medicine**) e PEDro (**Physiotherapy Evidence Database**), na qual foram encontrados na primeira seleção: Pubmed, através das palavras chaves 43 artigos foram achados e desses foram descartados 28 artigos, para a plataforma Medline, foram encontrados 12 artigos e desses foram excluídos 2 artigos, na plataforma PEDro foram encontrados 21 artigos na qual foram descartados 10 artigos. Os artigos foram excluídos por não terem relevância para os resultados deste estudo e/ou não se enquadravam ao tipo de pesquisa.

Na segunda seleção após análise dos temas dos artigos filtrados na primeira seleção foram excluídos 12 artigos da plataforma PUBmed, na Plataforma Medline foram eliminados 8 artigos e na plataforma PEDro foram excluídos 5 artigos, para a exclusão dos artigos nessa etapa foi observado a metodologia das pesquisas e o tema.

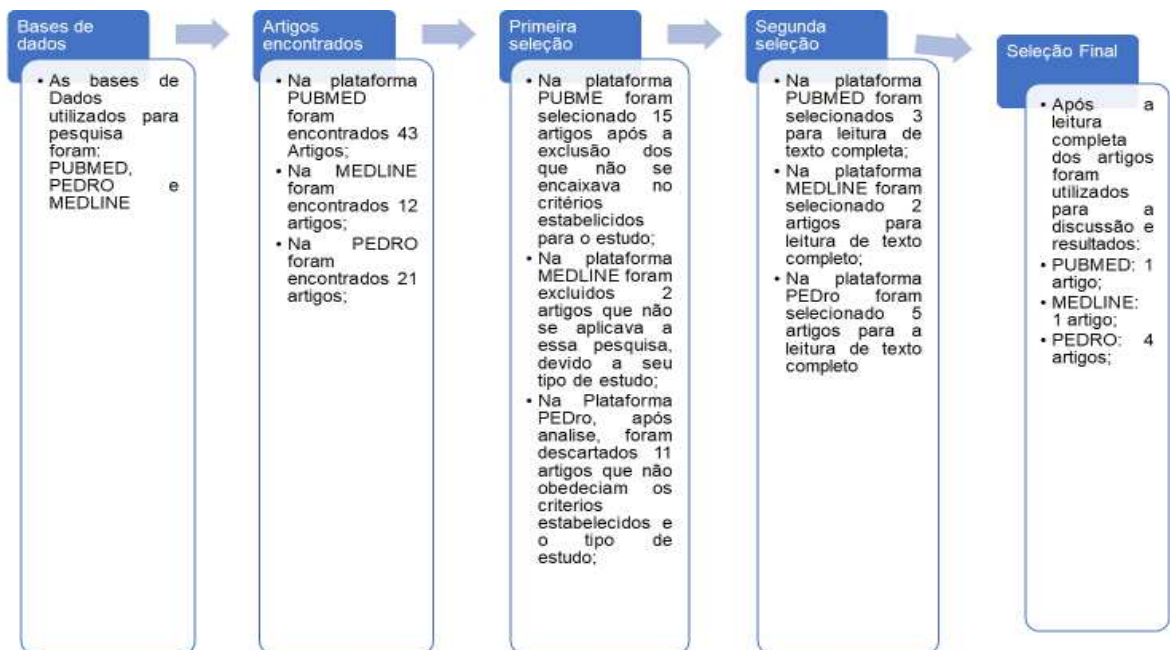


Figura 12 - Fluxograma representando a busca de Dados e Seleção dos Artigos. Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

E após a leitura detalhada foram selecionados 6 artigos, na qual, 1 artigo foi utilizado da plataforma Pubmed, 1 artigo da plataforma Medline e 4 artigos da plataforma PEDro. Foi realizado cuidadosamente uma leitura, analisando inúmeras informações com objetivo de classificar conhecimentos limitados incluídos nas fontes, com intuito de obter respostas a problemática do referente estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas e discutidas todas as fases anteriormente sugeridas, referente ao tema do estudo e seu referencial teórico, observando os protocolos utilizados e o resultado obtidos na pesquisa dos autores.

Tabela 1 - Artigos selecionados para discussão.

Artigos	Autor	Ano	Plataforma	Objetivo
Comparação dos efeitos de exercícios de cadeia cinética aberta com exercícios de cadeia cinética fechada na força do quadríceps e nível de atividade funcional do joelho após a reconstrução do LCA - um estudo controlado randomizado.	NADEE M et al.	2022	Pedro	Tinha como finalidade comparar as condutas na força do musculo quadríceps e nível de atividade funcional após a reconstrução do LCA.
Avaliação de Exercícios de Cadeia Cinética Aberta e Fechada na Reabilitação Após Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior.	UÇAR et al	2014	Pedro	Avaliar os exercícios CCA e CCF e relatar os resultados imediatos e intermediários de pacientes que realizaram programas de exercícios CCA e CCF após a reconstrução do LCA.
Exercícios de Cadeia Cinética Aberta em uma amplitude de movimento restrita após a reconstrução do ligamento cruzado anterior.	FUKUDA et al	2013	Pedro	Verificar se o início precoce dos exercícios CCA com ADM restrita promoveria melhora clínica sem causar aumento da frouxidão anterior em paciente após reconstrução do LCA.
Início precoce versus tardio de exercícios de quadríceps em cadeia cinética aberta após reconstrução do LCA com tendão patelar ou enxertos de isquiotibiais: um estudo prospectivo randomizado	HEIJNE; WERNER	2007	Pub med	Avaliar o resultado físico após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) com iniciação precoce versus tardia de exercícios de CCA para o quadríceps em pacientes operados com enxerto de tendão patelar ou ísquios tibiais.
Um programa abrangente de Reabilitação com fortalecimento do quadríceps em exercícios de cadeia cinética fechada versus cadeia cinética aberta em pacientes com deficiência do ligamento cruzado anterior; Um ensaio clínico randomizado avaliando a translação tibial dinâmica e a função muscular.	TAGESON et al.	2008	Pedro	Comparar os efeitos de um programa abrangente de reabilitação suplementando com fortalecimento do quadríceps em exercícios de CKC com o mesmo programa abrangente de reabilitação suplementado com fortalecimento do quadríceps em exercícios de OKC em pacientes com deficiência aguda do LCA, na translação sagital tibial estática e dinâmica.
Efeitos do treinamento em cadeia cinética aberta versus fechada na frouxidão do joelho no período inicial após reconstrução do ligamento cruzado anterior	MORRISEY et al.	2000	MEDLINE	Comparar os regimes de CCA e CCF no período inicial, quando o local de fixação do enxerto é mais fraco.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Após o levantamento dos textos científicos para revisão bibliográfica dividiu-se em subtópicos para melhor análise e discussão em os benefícios dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada no tratamento voltado para o ligamento cruzado anterior, qual período de tratamento e quais possíveis malefícios deste tratamento conforme explanado a seguir.

4.1 OS BENEFÍCIOS DOS EXERCÍCIOS DE CADEIA CINÉTICA ABERTA E CADEIA CINÉTICA FECHADA NO TRATAMENTO VOLTADO PARA O LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) EM ATLETAS

Após a leitura dos artigos pode-se verificar que os exercícios de CCA e CCF tem como objetivos o fortalecimento do quadríceps, já que estes grupos musculares são os que mais ficam debilitados após uma cirurgia do LCA. As atividades em CCF são realizadas através da restrição do segmento distal do membro a ser exercitado, por meio de bases estável onde quem realizará o movimento serão o seguimento proximal em conjunto com outras articulações, tem-se como exemplo o agachamento, o movimento produzido na articulação do joelho vai desencadear movimentos tanto na articulação, do quadril como na articulação do tornozelo (TAGESSON *et al.*, 2008).

Vale ressaltar que Heijne e Warner (2007) em sua pesquisa descrevem que utilizaram uma angulação de 90° a 40° graus para os exercícios de CCA, elevando esse grau na angulação máxima durante o tratamento, e como resultado, as pesquisadoras informam que a aplicação os exercícios de CCA, quando iniciados precocemente, podem apresentar uma maior frouxidão ligamentar. As autoras também não indicaram, uma diferença de torque na musculatura do quadríceps, em relação a aplicação do mesmo exercício iniciado tardiamente, e conforme a autora, não é indicado os exercícios de CCA no início precoce do tratamento.

Nadeen *et al.* (2022) evidenciam em seus estudos, cujo utilizou três grupos de pacientes, onde cada grupo teve um protocolo de tratamento diferente, haja vista que o grupo A teve como reabilitação baseada em fisioterapia convencional e RICE, o grupo B teve como tratamento a utilização dos exercícios de cadeia cinética aberta e o grupo C teve como conduta os exercícios de cadeia cinética fechada.

A reabilitação foi iniciada a partir da terceira semana de pós operatório, cada grupo com atividades específicas de sua conduta, dessa forma, os autores tiveram como resultado uma evolução em todos os grupos, porém o grupo C obteve uma evolução maior em relação aos outros grupos no que diz respeito a grau de força,

diminuição da dor e melhora da funcionalidade da articulação do joelho. Vale frisar que o grupo que obteve menos evolução foi o grupo A, onde teve o protocolo baseado em fisioterapia convencional e RICE (NADEEN *et al.*, 2022).

Em concordância com Nadeen *et al.* (2022), Uçar *et al.* (2014) enfatizam em suas pesquisas, analisando e comparando o treinamento de CCA e CCF em pacientes submetidos a cirurgia de LCA com enxertos de ísquios tibiais, que a utilização desses exercícios nas primeiras semanas de tratamento, mostrou grande melhora em relação a diminuição de dor, fortalecimento muscular, preservação da ADM, estabilidade da articulação e principalmente a diminuição da perda de massa muscular, além da evolução da hipertrofia durante o tratamento.

Tagesson *et al.* (2008) ressaltam que a aplicação do exercício de CCA apresentou melhores resultados em questão de força do quadríceps do que os exercícios de CCF, em contrapartida, os dois métodos não apresentaram diferenças significativas em relação a força do isquiotibiais e translação articular, vale ressaltar, que no grupo submetido a conduta de CCF, apresentaram redução da ativação dos músculos isquiotibiais, o que promoveu um aumento da translação dinâmica no joelho, dessa forma, os autores recomendam a inclusão do exercício de CCA no tratamento de LCA, pois o mesmo promove melhor resultado na força muscular do quadríceps e não diminui a estabilização da articulação do joelho.

Nos exercícios de cadeia cinética aberta o foco torna-se em uma só articulação, onde, restringe o segmento proximal do membro a ser exercitado, enquanto o seguimento distal fica livre para realizar o movimento, um exemplo sucinto é a flexão e extensão do joelho quando o paciente estar em posição de sedestação, (cadeira extensora) (MORRISEY *et al.*, 2000).

Comparando o tratamento, com a utilização dos exercícios de CCA e CCF, o CCF são mais recomendados, pois o mesmo tendem a ser mais seguro, visando garantir uma melhor estabilidade no momento da execução dos exercícios e apresentam menos tensão no LCA do que os exercícios do CCA, sendo assim, embora ambos possam beneficiar os pacientes, os exercícios de CCF tornam se favoritos nas condutas fisioterapêuticas (UÇAR *et al.*, 2014).

De acordo com o levantamento bibliográfico pode-se verificar que a utilização dos métodos de CCA e CCF traz resultados benéficos para a reabilitação dos atletas, uma vez que estes exercícios apresentam benefícios na otimização da ativação

muscular, inibição da perda de massa muscular, preservação da ADM e aumento da força muscular.

Portanto, observando a execução dos exercícios de cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada e como eles funcionam, pode-se identificar que em questão de fortalecimento muscular e ativação muscular, ambos os exercícios podem trazer grandes benefícios para os pacientes que pratica esporte, pois o mesmo é responsável pela ativação dos principais grupos musculares do membro inferior. Garantindo o retorno desse atleta ao seu esporte em menor tempo possível.

4.2 QUAL PERÍODO DEVE SER UTILIZADO NO PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO DOS ATLETAS

Em seus estudos Heijne e Warner (2007) ressaltam que o ponto principal na reabilitação na primeira semana de pós-operatório é a diminuição do processo inflamatório, analgesia, diminuição de edema, ganho de ADM e principalmente a ativação da musculatura do quadríceps por ser um grupo muscular que irá ser responsável pela extensão e estabilização da articulação do joelho.

As autoras ainda corrobora em sua pesquisa a qual foi realizada com quatro grupos de pacientes que variavam entre a aplicação do exercício de CCA no início precoce do tratamento e também a aplicação tardia do mesmo exercício na reabilitação, em pacientes pós cirúrgico de lesão do LCA com enxertos nos isquiotibiais e pacientes que apresentavam enxertos do tendão patelar.

Já em discordância Fukuda *et al.* (2013), em seus estudos, utilizaram dois grupos para a sua pesquisa, os pacientes que tiveram o início precoce do exercício de CCA e os que iniciaram o mesmo treinamento, porém tardiamente. Dessa forma os autores afirmam que ao avaliar a utilização de exercícios de CCA antecipada, na quarta semana, com angulação de proteção dessa articulação entre 90° a 45° graus, na reabilitação do LCA, com enxertos dos isquiotibiais, não foram encontrados diferenças em termo de frouxidão na face anterior da articulação do joelho ao ser comparado com a execução dos exercícios de CCA no período mais demorado, que foram iniciados na décima segunda semana de pós operatório.

Os autores ainda evidenciam uma evolução no músculo quadríceps, obtendo rendimento em relação a força muscular e quanto a processo doloroso. Quanto a funcionalidade da articulação os dois grupos obtiveram a mesma evolução.

Nadeen *et al.* (2022) e Uçar *et al.* (2014) em seus estudos comprovaram que os exercícios de CCF, tiveram melhores resultados na recuperação de paciente, em relação a ganho de massa muscular, tanto do quadríceps, quanto dos isquiotibiais e ainda apresentou melhores resultados no ganho de amplitude de movimento.

Baseado na literatura, os fisioterapeutas podem estar praticando esse tipo de conduta nos atletas já entre a segunda e quarta semana de pós-operatório, onde já irá atuar para a recuperação da força muscular do atleta. Porém, deve-se observar o ângulo de proteção e recuperação da extensão máxima já nos primeiros dias de tratamento, estes exercícios irão garantir que o atleta pare de perder massa muscular, evitando a hipotrofia do musculo e já inicia o ganho tanto da circunferência da coxa quanto do fortalecimento desse atleta que vai otimizar o seu tratamento.

4.3 OS POSSÍVEIS MALEFÍCIOS DOS EXERCÍCIOS NO TRATAMENTO

Morrissey *et al.* (2000) realizaram um treinamento, onde o mesmo comparou os exercícios de CCA e CCF em relação a tensão e frouxidão articular, para evidenciar quais dos dois treinamentos poderia se tornar prejudicial para a reabilitação do paciente, quando aplicado no período inicial do tratamento. Os autores iniciaram o treinamento entre a segunda e terceira semana de pós-operatório e o investigador se atentou apenas para os efeitos dos dois exercícios em relação ao deslocamento anterior tibial (ATD), e como estes treinamentos poderia influenciar na frouxidão ligamentar.

Após o período do estudo, os autores, não identificaram diferenças significativas entre os dois exercícios em relação a ATD, porém foi apontado que os paciente que foram submetidos aos exercícios de CCA, apresentaram aumento da frouxidão ligamentar, em relação ao período antes do início do treinamento, salienta-se que essa diferença não é clinicamente significativa, ou seja, não apresenta grau que a torna prejudicial na reabilitação, dessa forma, o estudo não descarta que essa diferença possa ser devido a aplicação do exercício de CCA. Vale ressaltar que a pesquisa não comprovou diferenças de tensão no ligamento entre os dois exercícios (MORRISEY *et al.*, 2000).

Analizando Heijine e Warner, (2007) em relação a frouxidão encontrada em seus estudos, sucedeu-se mais em questão dos enxertos escolhidos do que propriamente dos exercícios, pois de acordo com as autoras os enxertos dos tendões dos isquiotibiais são predispostos a gerar essa frouxidão.

Observa-se ainda que a análise de Fukuda *et al.* (2013) em relação aos malefícios, predispõem não por conta do enxerto, mas sim da forma que são executados os exercícios. Pois os autores ressaltam que antes de introduzir esse tipo de protocolo deve-se observar a carga que estar sendo utilizada, bem como, o ângulo de proteção do movimento no exercício e a tensão que a conduta estar exercendo no enxerto, pois esses fatores podem levar a frouxidão do ligamento, translação da tíbia, instabilidade da articulação, deslocamento anterior tibial e alteração no enxerto.

A partir da análise de Fukuda *et al.* (2013) entende-se que são exatamente nas primeiras semanas que o tendão enxertado, entra em mutação para se adequar como ligamento e assim sofrer o processo de ligamentização, tornando se mais próximo possível ao ligamento original.

De tal modo, observa-se que dependendo do tipo de lesão e adequação do tratamento, os resultados podem ser positivos ou apresentar consequências aos pacientes, assim o profissional de fisioterapia precisa estar preparado e habilitado ao atendimento apropriado a partir de uma análise de estudo do caso apresentado.

5 CONCLUSÃO

De acordo com o estudo, a utilização dos métodos de CCA e CCF influencia positivamente na reabilitação dos atletas, tendo em vista, que estes exercícios apresentam benefícios na otimização da ativação muscular, inibição da perda de massa muscular, preservação da ADM e aumento da força muscular.

Ainda de acordo com os estudos mais recentes ambas as condutas podem ser utilizadas nas primeiras semanas de pós-operatório, pois também promovem o ganho da ADM. Pontos importantes como angulação de proteção, carga e tipo de enxerto utilizado devem ser observados, tendo em vista que esses procedimentos podem gerar mais tensão no enxerto dos isquiotibiais do que no patelar, dessa forma podendo causar a frouxidão ligamentar e a instabilidade do joelho.

Em virtude da divergência dos autores e a limitação de estudos randomizados em relação a esses tipos de exercícios não foi possível identificar quais dos dois treinamentos podem ser melhores para o tratamento dos atletas, porém é notório que estes apresentam benefícios significativos para a reabilitação do paciente.

Conclui-se que a aplicação do treinamento de CCA e CCF podem ser inclusos precocemente nos protocolos de reabilitação fisioterapêuticas afim de otimizar o tempo de recuperação dos atletas, tendo em vista seus benefícios quanto as necessidades do paciente, e também no processo de fortalecimento, torque e ativação muscular. Ainda assim, necessita-se de estudos mais específicos para garantir uma maior confiabilidade na prática clínica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabriel; ARRUDA, Gilvan; MARQUES, Amélia. Fisioterapia no tratamento conservador da ruptura do ligamento cruzado anterior seguida por ruptura contralateral: estudo de caso. **Fisioter Pesq.** 2014, 21(2):186-192

ASTUR, Diego; OLIVEIRA, Saulo; BADRA, Ricardo; ARLIANI, Gustavo; KALEKA, Camila; JALIKJIAN, Wahi; GOLANÓ, Pau; COHEN, Moisés. Atualização da anatomia do mecanismo extensor do joelho com uso de técnica de visualização tridimensional. **Rev Bras Ortop.** 2011; 46(5):490-94

BERTICHE, Pablo; MOHTADI, Nicolau; CHAN, Denise; HÖLMICH, Per. Avulsão do tendão proximal dos isquiotibiais: estado da arte. **J ISAKOS** 2021; 6:237–246.

BEYNNON, Bruce; JOHNSON, Robert; NAUD, Shelly; FLEMING, Braden; ABATE, Joseph; BRATTBAKK, Bjarne; NICHOLS, Claude. Reabilitação acelerada versus não acelerada após reconstrução do ligamento cruzado anterior: Uma investigação prospectiva, randomizada e duplo-cega avaliando a frouxidão da articulação do joelho usando a análise estereofotogramétrica de Roentgen. **O Jornal Americano de Medicina Esportiva**, Vol. 39, nº 12, 2011.

CELEBRINI, Richard; J, Janice; MILLER, William; EKEGREN, Christina; JOHNSTON, James; DEPEW, Thomas; MACINTYRE, Donna. Efeito de uma nova estratégia de movimento na diminuição dos fatores de risco de LCA em jogadoras de futebol adolescentes: um estudo randomizado Ensaio Controlado. **Clin J Sport Med** 2014; 24:134–141.

CIMINO, Francesca; VOLK, Bradford; SETTER, Don. Lesão do ligamento cruzado anterior: Diagnóstico, tratamento e prevenção. **Academia Americana de Médicos de Família**. Volume 82, Número 8 - 15 de outubro de 2010,

DAUTY, M; MENU, P; DUBOIS, C. Efeitos do retreinamento de corrida após o cruzado anterior do joelho reconstrução ligamentar Efeitos do treinamento de corrida após reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Anais de Medicina Física e de Reabilitação** 53 (2010) 150–161.

DIAS, Donaldo; SILVA, Mônica. **Como escrever uma monografia:** manual de elaboração com exemplos e exercícios. São Paulo: Altas, 2010.

FARBER, Joseph; HARRIS, Joshua; KOLSTAD, Kaare; MCCULLOCH, Patrick. Tratamento de lesões do ligamento cruzado anterior por médicos da equipe de futebol da Major League. **The Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, 2(11), 2014.

FLEMING, Braden C; OKSEND AHL, Heidi; BEYNNON, Bruce D. Exercícios em Cadeia Cinética Aberta ou Fechada Após Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior? Colégio Americano de Medicina Esportiva, 2005.

FLOYD, R.T. **Manual de cinesiologia estrutural**: 19ª edição- Barueri, SP: Manole, 2016.

FROBELL, Rirchard; ROOS, Ewa; ROOS, Harald; RANSTAM, Jonas; LOHMANDER, L. Um ensaio randomizado de tratamento para casos agudos Rompimento do ligamento cruzado anterior. **N inglês j med363;4nejm.org** julho22, 2010.

FUKUDA, Thiago; FINGERHUT, Deborah; MOREIRA, Viviane; CAMARINI, Paula; SCODELLER, Nathalia; JR, Aires; MARTINELLI, Mauro; BRYK, Flávio. Exercícios de Cadeia Cinética Aberta em uma amplitude de movimento restrita após a reconstrução do ligamento cruzado anterior: Um ensaio clínico randomizado controlado. **O Jornal Americano de Medicina Esportiva**, vol. 41, nº 4, 2013.

GHADERI, Mohamad; LETAFATKA, Amir; THOMAS, Abbey; KEYHANI, Sohrab. Efeitos de um programa de treinamento neuromuscular usando dicas de atenção de foco externo em atletas do sexo masculino com reconstrução do ligamento cruzado anterior: um ensaio clínico randomizado. **Ghaderiet ai. BMC Ciências do Esporte, Medicina e Reabilitação** (2021) 13:49.

GRAWE, Brian; SCHROEDER, Amanda; KAKAZU, Rafael; MESSER, Malynda S. Lesão do ligamento colateral lateral sobre o joelho: Anatomia, Avaliação e Gestão. **J Am Acad Orthop Surg**2018; 26: e120-e127

HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen; DERRICK, Timothy. **Bases biomecânicas do movimento humano**: 4. Ed. Barueri, SP: Manole, 2016.

HARPUT, Gulcan; ULUSOY, Burak; YILDIZ, Taha; DEMIRCI, Serdar; ERASLAN, Leyla; TURHAN, Egemen; TUNAY, Volga. A educação cruzada melhora a recuperação da força do quadríceps após a reconstrução do LCA: um estudo controlado randomizado. **Sociedade Europeia de Traumatologia Desportiva, Cirurgia do Joelho, Artroscopia (ESSKA)** 2018.

HASSEBROCK, Jeffrey; GULBRANDSEN, Matthew; ASPREY, Walker; MAKOVICKA, Justin; CHHABRA, Anikar. Anatomia e biomecânica dos ligamentos do joelho. **Sports Med Arthrosc Rev**-Volume 28, Número 3, setembro de 2020.

HEIJNE, Annette, WERNER, Suzanne. Início precoce versus tardio de exercícios de quadríceps em cadeia cinética aberta após reconstrução do LCA com tendão patelar ou enxertos de isquiotibiais: um estudo prospectivo randomizado. **Joelho Surg Sports Traumatol Arthrosc** 2007, 15:402–414.

HUANG, Zhihao; LIU Zhihao; CHANGFENG Fan; ZOU Miao; CHEN Jiyan. A maioria das lesões do ligamento cruzado anterior pode ser prevenida por programas de prevenção de lesões. **The American Journal of Sports Medicine**, 2019.

KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn. **Exercícios terapêuticos: Fundamentos e técnicas**: 6. Ed. Barueri, SP: Manole, 2016.

KOCHMANS, Maciej; KASPRZAK, Marta; KIELAR, Aleksandra. Reconstrução do LCA: Quais Intervenções Fisioterapêuticas Adicionais Melhoram a Reabilitação em Estágio Inicial? Uma **Revisão Sistemática**. *Int. J. Environ. Res. Saúde pública* 2022,19, 15893.

LEÃO, Gabriel. **REABILITAÇÃO DO JOELHO: PROTOCOLOS PÓS-CIRÚRGICOS**. 2 ed. Fortaleza, CE: Ed. do Autor, 2021.

LEE, Dennis; STINNER, Daniel; MIR, Hassan. Rupturas do Quadríceps e do Tendão Patelar. *J Knee Surg* 2013; 26:301–308.

MAGEE, David; ZACHSZEWSKI, James; QUILLEN, William. **Prática da reabilitação musculoesquelética**: Princípios e fundamentos científicos. Barueri, SP: Manole, 2018.

MORRISSEY, Matthew, HUDSON, Zoe; DRECHSLER, Wendy; COUTTS, Fiona J; KNIGHT, Filipa; KING, John. Efeitos do treinamento em cadeia cinética aberta versus fechada na frouxidão do joelho no período inicial após reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* (2000) 8: 343–348.

NADEEM, Nimra; ASGHAR, Hafiz; FÁTIMA, Ishrat; FAZAL, Muhammad; SARFRAZ, Ahmad; MAQBOOL, Sania. Comparação dos efeitos de exercícios de cadeia cinética aberta com exercícios de cadeia cinética fechada na força do quadríceps e nível de atividade funcional do joelho após a reconstrução do LCA - um estudo controlado randomizado. *14 PJMHS* Vol. 16, nº 05, maio de 2022.

NEUMANN, Donald A. As regras convexo-côncavas da artrocinemática: falhas ou talvez mal interpretadas? *J Orthop Sports Phys Ther* 2012; 42(2):53-55.

NORONHA, D. P.; FERREIRA, S. M. S. P. Revisões de literatura. In: CAMPELLO, B. S.; CONDÓN, B. V.s; KREMER, J. M. (Org.). **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

PERRIMAN, Alyssa; LEAHY, Edmund; SEMCIW, Adam. O efeito dos exercícios de cadeia cinética aberta versus fechada na frouxidão, força e função da tíbia anterior após a reconstrução do ligamento cruzado anterior: uma revisão sistemática e meta-análise. *Revista de ortopedia & fisioterapia desportiva*, volume 48 | número 7, julho 2018.

SAAVEDRA. Miguel; NAVARRO-ZARZA, José; VILLASEÑOR-OVIES, Pablo; CANOSO, Juan; VARGAS, Angélica; CHIAPAS-GASCA, Karla; DÍAZ, Cristina; KALISH, Robert. Anatomia Clínica do Joelho. *Reumatol Clin*. 2012;8 (S2):39–45.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

TAGESSON, Sofia; ÖBERG, Birgitta; GOOD, Lars; KVIST, Joanna. Um Programa Abrangente de Reabilitação com Fortalecimento do Quadríceps em Exercício de Cadeia Cinética Fechada versus Aberta em Pacientes com Deficiência do Ligamento Cruzado Anterior: Um ensaio clínico randomizado avaliando a translação tibial dinâmica e a função muscular. **O Jornal Americano de Medicina Esportiva**, vol. 36, nº 2, 2008.

TOTH, Michael j; et al. Utilidade da estimulação elétrica neuromuscular para preservar o tamanho e a contratilidade da fibra muscular do quadríceps após lesões e reconstrução do ligamento cruzado anterior: Um julgamento cego, randomizado e controlado. **AJSM Vol. XX**, No. X, 2020.

UÇAR, Mehmet; ASGHAR, Hafiz; FÁTIMA, Ishrat; FAZAL, Muhammad; SARFRAZ, Ahmad; MAQBOOL, Sania. Avaliação de Exercícios de Cadeia Cinética Aberta e Fechada na Reabilitação Após Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. **1876J. Phys. Lá. Ciência** Vol. 26, nº 12, 2014.

WALKER, Brad. **Lesão no esporte**: Uma abordagem anatômica. Manole, 2011.