

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE FISIOTERAPIA

**AMANDA ALVES MENDES
DOUGLAS CEZARIO DA SILVA
LUIZ HENRIQUE DE MOURA SOUZA**

**EFEITOS DOS EXERCÍCIOS DE CADEIA CINÉTICA ABERTA E FECHADA
SOBRE FORÇA MUSCULAR E FUNÇÃO NA REABILITAÇÃO DO LIGAMENTO
CRUZADO POSTERIOR DE ADULTOS: Uma revisão integrativa**

RECIFE
2023

**AMANDA ALVES MENDES
DOUGLAS CEZARIO DA SILVA
LUIZ HENRIQUE DE MOURA SOUZA**

**EFEITOS DOS EXERCÍCIOS DE CADEIA CINÉTICA ABERTA E FECHADA
SOBRE FORÇA MUSCULAR E FUNÇÃO NA REABILITAÇÃO DO LIGAMENTO
CRUZADO POSTERIOR DE ADULTOS: Uma revisão integrativa**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso Fisioterapia do Centro
Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos
requisitos para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof.^a Ma. Glayciele Leandro de
Albuquerque

RECIFE
2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

M538e Mendes, Amanda Alves.

Efeitos dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada sobre força muscular e função na reabilitação do ligamento cruzado posterior de adultos: uma revisão integrativa/ Amanda Alves Mendes; Douglas Cezario da Silva; Luiz Henrique de Moura Souza. - Recife: O Autor, 2023.

25 p.

Orientador(a): Ma. Glayciele Leandro de Albuquerque.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Fisioterapia, 2023.

Inclui Referências.

1. Ligamento cruzado posterior. 2. Joelho. 3. Cadeia cinética aberta. 4. Cadeia cinética fechada. 5. Lesões LCP. I. Silva, Douglas Cezario da. II. Souza, Luiz Henrique de Moura. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 615.8

RESUMO

Introdução: As lesões no Ligamento Cruzado Posterior (LCP) estão aumentando devido a acidentes de trânsito, esportivos e domésticos. A lesão do LCP geralmente ocorre por trauma direto quando o joelho está flexionado. Ao contrário de uma lesão do LCA, que causa edema devido ao sangue, uma lesão do LCP não causa muito edema. A maioria dos pacientes sente dor e insegurança, especialmente ao mudar de direção, pois o joelho pode escorregar. Os exercícios ajudam a recuperar o movimento das articulações e dos músculos, sendo essencial iniciar os exercícios de flexibilidade o mais rápido possível para auxiliar na recuperação do joelho. Os exercícios de cadeia cinética aberta e fechada são usados como forma de tratamento para as lesões de LCP. A combinação desses exercícios no treinamento muscular é recomendada, de acordo com os objetivos e necessidades de cada indivíduo. Os exercícios em cadeia cinética aberta e fechada têm sido propostos para a reabilitação no pós-operatório de reconstrução do LCP. Embora as lesões do LCP sejam menos frequentes em comparação com outras condições que afetam o joelho, elas são importantes e os exercícios de cadeia cinética têm implicações significativas para a prevenção e reabilitação dessas lesões. **Objetivo:** realizar uma revisão integrativa para analisar os efeitos dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada sobre força muscular e função na reabilitação do ligamento cruzado posterior de adultos. **Métodos:** Este estudo é uma revisão integrativa realizada de julho a setembro de 2023, sem restrição linguística ou temporal, utilizando artigos em português e inglês. As pesquisas foram realizadas nos bancos de dados PubMed, BVS e Scielo, com seleção de artigos em duas etapas por dois revisores independentes. Os critérios de elegibilidade foram definidos pelo PICOT, focando em adultos com lesão do LCP e intervenção através de exercícios de cadeia cinética. As características dos estudos incluídos foram coletadas e analisadas. **Resultados:** Os estudos apresentam resultados favoráveis à reabilitação pós-operatória de pacientes com lesões no joelho, utilizando diferentes protocolos e métodos de avaliação. No entanto, há algumas limitações e diferenças que devem ser consideradas na comparação dos resultados. **Conclusão:** O estudo discute os objetivos, os cuidados e as evidências dos exercícios sugeridos para a reabilitação do Ligamento Cruzado Posterior (LCP). Ele afirma que o tratamento conservador é indicado para lesões isoladas do LCP, que se deve evitar forças de cisalhamento posterior no joelho e que o protocolo sugerido está baseado nas evidências atuais. O estudo conclui que não há um consenso sobre o melhor protocolo de reabilitação e que são necessários mais estudos comparativos.

Palavras-chave: Ligamento cruzado posterior. Joelho. Cadeia cinética aberta. Cadeia cinética fechada. Lesões LCP.

ABSTRACT

Introduction: Posterior Cruciate Ligament (PCL) injuries are increasing due to traffic, sports and domestic accidents. PCL injury usually occurs from direct trauma when the knee is flexed. Unlike an ACL injury, which causes edema due to blood, a PCL injury does not cause much edema. Most patients feel pain and insecurity, especially when changing direction, as the knee can slip. Exercises help to regain movement in joints and muscles, and it is essential to start flexibility exercises as soon as possible to help your knee recover. Open and closed kinetic chain exercises are used as a form of treatment for PCL injuries. The combination of these exercises in muscle training is recommended, according to the goals and needs of each individual. Open and closed kinetic chain exercises have been proposed for post-operative PCL reconstruction rehabilitation. Although PCL injuries are less frequent compared to other conditions that affect the knee, they are important and kinetic chain exercises have significant implications for the prevention and rehabilitation of these injuries. **Objective:** to carry out an integrative review to analyze the effects of open and closed kinetic chain exercises on muscle strength and function in the rehabilitation of the posterior cruciate ligament in adults. **Methods:** This study is an integrative review carried out from July to September 2023, without linguistic or temporal restrictions, using articles in Portuguese and English. The searches were carried out in the PubMed, BVS and Scielo databases, with articles selected in two stages by two independent reviewers. Eligibility criteria were defined by PICOT, focusing on adults with PCL injury and intervention through kinetic chain exercises. The characteristics of the included studies were collected and analyzed. **Results:** The studies present favorable results for the postoperative rehabilitation of patients with knee injuries, using different protocols and evaluation methods. However, there are some limitations and differences that must be considered when comparing results. **Conclusion:** The study discusses the objectives, precautions and evidence of exercises suggested for the rehabilitation of the Posterior Cruciate Ligament (PCL). He states that conservative treatment is indicated for isolated PCL injuries, that posterior shear forces on the knee should be avoided and that the suggested protocol is based on current evidence. The study concludes that there is no consensus on the best rehabilitation protocol and that more comparative studies are needed.

Keywords: Posterior cruciate ligament. Knee. Open kinetic chain. Closed kinetic chain. PCL injuries.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
2	REFERENCIAL TEÓRICO	08
2.1	O Joelho e suas especificidades	08
2.2	Lesão do ligamento cruzado posterior (LCP)	10
2.3	Exercícios em cadeia cinética aberta e fechada	12
2.4	Exercícios mais utilizados na reabilitação do LCP	13
	<i>2.4.1 Exercício agachamento</i>	13
	<i>2.4.2 Exercício extensão de joelho</i>	14
	<i>2.4.3 Exercício Leg Press</i>	15
	<i>2.4.4 Fortalecimento de gastrocnêmios</i>	16
	<i>2.4.5 Função e força muscular</i>	17
3	MÉTODOS	19
3.1	Tipo de revisão, período da pesquisa, restrição linguística e temporal	19
3.2	Bases de dados, realização das buscas e seleção dos estudos	19
3.3	Critérios de elegibilidade (PICOT)	19
3.4	Descritores e estratégia de busca	20
3.5	Características dos estudos incluídos	20
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	25
6	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a literatura mostra um número crescente de casos de lesões no joelho, onde verifica-se as lesões no LCP. Dado o número cada vez maior de acidentes de trânsito, acidentes desportivos e, ocasionalmente, acidentes domésticos, estes acidentes podem levar a lesões como ruptura parcial ou total dos ligamentos do joelho (Ellenbecker, 2002).

A forma mais comum de lesão do LCP é através de trauma direto quando o joelho está flexionado. O Ligamento Cruzado Posterior (LCP) tem a função de regular o movimento da tibia em relação ao fêmur. Se houver um deslocamento excessivo da tibia, pode ocorrer uma lesão no LCP. Em determinadas situações, como acidentes de carro, o LCP pode ser danificado. Outras partes do joelho também podem ser lesionadas quando o joelho é violentamente hiperestendido, mas outros ligamentos geralmente são lesados antes do LCP. Esse tipo de lesão pode ocorrer quando o joelho é forçado para frente e o pé firmemente apoiado no chão (Cury et al., 2012).

Junior Wmw (2004), fala que, ao contrário de uma lesão do LCA, que faz com que a articulação crie um edema devido ao sangue, uma lesão do LCP não causa muito edema. A maioria dos pacientes sentem dor e também relatam se sentirem inseguros, especialmente quando tentam mudar de direção, o joelho pode escorregar.

O exercício ajuda a recuperar o movimento das articulações e dos músculos. É essencial iniciar os exercícios de flexibilidade o mais rápido possível, com o intuito de auxiliar na recuperação do joelho que está sofrendo com a dor toda a amplitude de movimento. Muitos pacientes recebem fisioterapia após uma lesão do LCP. Os fisioterapeutas usam gelo, estimulação elétrica e períodos de descanso com a perna elevada para tratar o edema e a dor (Allen et al., 2002).

Entre esses exercícios estão os de cadeia cinética aberta e fechada também como forma de tratamento para as lesões de LCP. A cadeia cinética é o conjunto de segmentos corporais que se movimentam em relação a um ponto fixo. A cadeia cinética aberta é aquela em que a parte distal do segmento se movimenta livremente no espaço, sem sustentar o peso corporal. A cadeia cinética fechada é aquela em que a parte distal do segmento permanece fixa, sustentando o peso corporal ou resistência externa (Jurist KA. et al., 1997).

Segundo Uchida (2021), os exercícios de cadeia cinética aberta e fechada devem ser combinados no treinamento muscular, de acordo com os objetivos e necessidades de cada indivíduo. O autor afirma que os exercícios de cadeia cinética fechada são mais indicados para o desenvolvimento da força funcional, enquanto os exercícios de cadeia cinética aberta são mais adequados para o aprimoramento da força específica.

Os exercícios em cadeia cinética aberta e fechada têm sido propostos para a reabilitação no pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado posterior, que é uma estrutura responsável pela estabilidade do joelho e que pode ser lesionada por traumas ou entorses. Os exercícios de cadeia cinética aberta e fechada podem contribuir para a prevenção e reabilitação de lesões no joelho, uma articulação instável e vulnerável a traumas (Campos, M. A. 2000).

De maneira geral, tanto as lesões isoladas do Ligamento Cruzado Posterior (LCP) quanto as lesões compostas do joelho que envolvem o LCP são menos frequentes se comparadas a outras condições que afetam o joelho. No entanto, isso não significa que elas não sejam importantes. De fato, pode-se inferir que os exercícios de cadeia cinética aberta e fechada têm implicações importantes para a prevenção e reabilitação de lesões no joelho. Nesse sentido, temos como objetivo principal do nosso estudo, realizar uma revisão integrativa para analisar os efeitos dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada sobre a amplitude do movimento e força muscular no pós operatório do ligamento cruzado posterior de jovens e adultos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

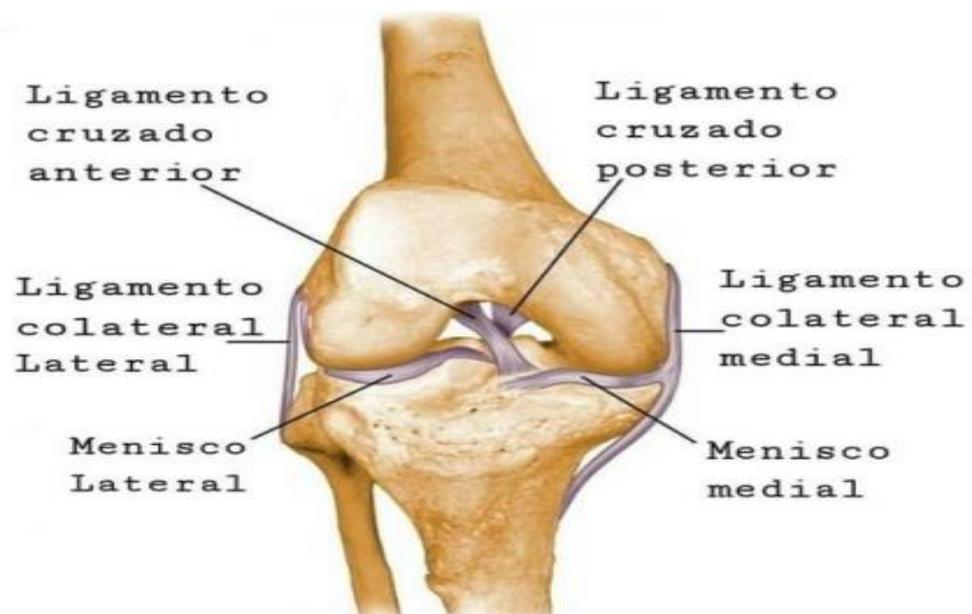
2.1 O joelho e suas especificidades

Segundo Jorge e Duarte (2007), o joelho é uma das articulações mais complexas do corpo, localizada entre os dois ossos mais longos e com superfícies articulares assimétricas. O joelho é constituído por limitações estáticas (ligamentos e meniscos) e dinâmicas (músculos) que proporcionam estabilidade (figura 1). O joelho possui uma capacidade média de flexão de cerca de 140°, que é restringida pela proximidade dos tecidos moles.

Como exibido na Figura 1, os mais importantes ligamentos da articulação do joelho são: o ligamento cruzado anterior e posterior, o ligamento patelar, o ligamento colateral lateral (fíbula) e o ligamento colateral medial (tíbia).

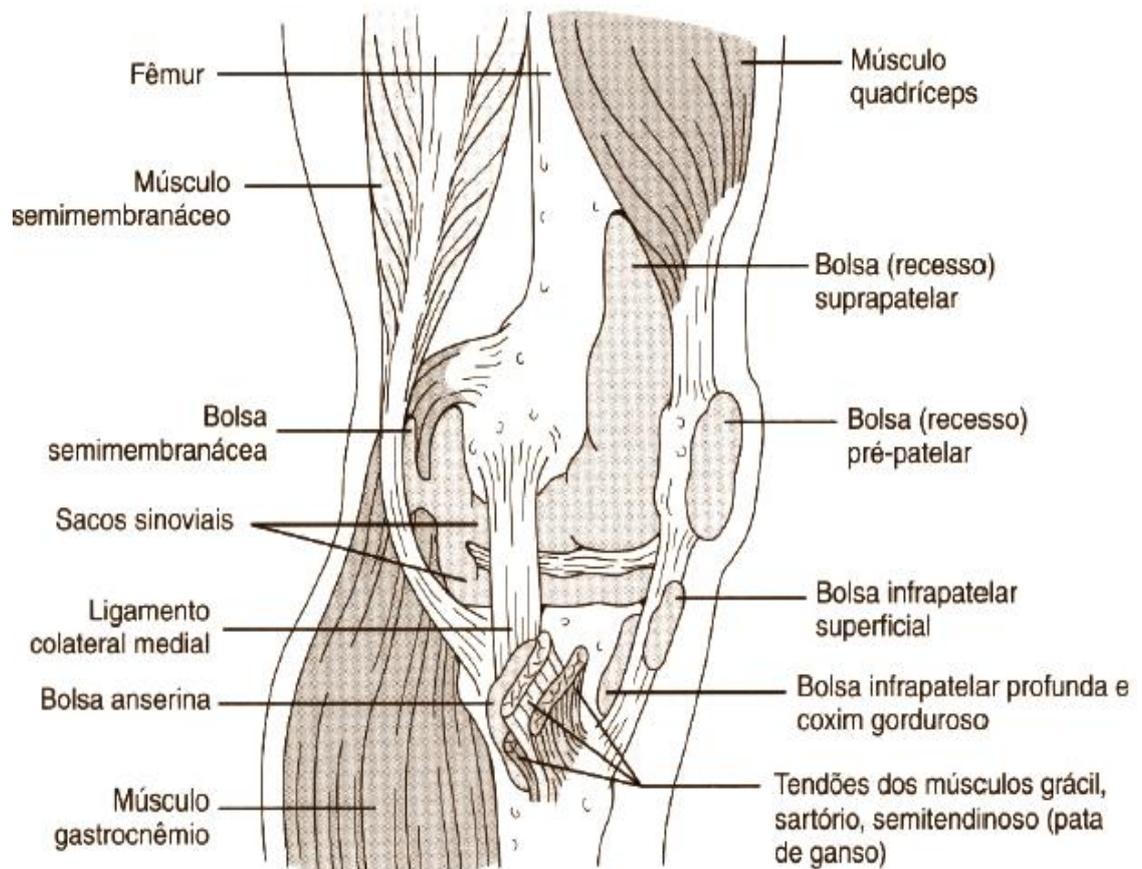
Esses ligamentos consistem em feixes densos de fibras colágenas intercaladas com fibras elásticas e estruturas vasculares. Acredita-se que esses ligamentos do joelho não sejam apenas estruturas estabilizadoras que limitam o movimento, mas também servem como mecanismos de orientação para a cinemática do joelho em condições fisiológicas (Duval et al, 2002).

FIGURA 1: Estruturas do joelho.



Na Figura 2 podemos verificar alguns dos músculos envolvidos na ação da articulação do joelho: quadríceps (vasto lateral, reto femoral – coberto pelos tendões tensor da fáscia lata, vasto medial e vasto intermediário); semimembranoso; gastrocnêmio e grácil, sartório e tendões semitendinosos. Logo, os dois grupos musculares predominantes são os músculos isquiotibiais e os quadríceps.

FIGURA 2: Músculos do joelho.



Fonte: https://st.focusedcollection.com/15061570/i/650/focused_200637248-stock-photo-anterior-view-knee-muscles-ligaments.jpg.

Acesso em: 31 ago. 2023

De acordo com Pecora (2001), o LCP e o ligamento patelar, possuem o maior quantitativo de fibras oxitalâmicas. Fibras estas que constituídas por microfibrilas sintetizadas e secretada pelos fibroblastos no meio extracelular. As microfibrilas são utilizadas em feixes paralelos que preveem a orientação e a forma das futuras fibras

elásticas. Em contrapartida, o LCA dispõe de fibras elásticas e elásticas mais maduras que o LCP e o LP.

As fibras elásticas são formadas quando pequenas quantidades de uma substância amorfa, a elastina, aderem às microfibrilas. Se mais elastina se acumular entre as microfibrilas, as fibras surgem mais espessas, resultando em fibras elásticas maduras. As fibras oxitalâmicas são conhecidas por fornecer resistência ao tecido, enquanto as fibras contendo elastina fornecem elasticidade (Rosebloom, 1993).

Os isquiotibiais funcionam flexionando o joelho, mas também há outras funções que podem acontecer. Por exemplo, esses músculos, com a exceção da cabeça curta do bíceps femoral que se origina da tuberosidade isquiática, desempenham um papel significativo na extensão do quadril. Devido às suas inserções distais, o semimembranoso e o semitendinoso também trabalham com o poplíteo para produzir rotação tibial medial em cadeia aberta e rotação femoral lateral em cadeia fechada (Carlson C., 2008).

Os músculos quadríceps formam o aparelho extensor da articulação do joelho, e os quatro ventres do quadríceps produzem a extensão do joelho, enquanto O músculo reto femoral também é responsável pela flexão do quadril, uma função que pode ser atribuída à sua origem na espinha íliaca ântero-inferior (Konishi, 2002).

2.2 Lesão do Ligamento Cruzado Posterior (LCP)

Lesões no Ligamento Cruzado Posterior (LCP) são menos comuns em comparação com outras lesões ligamentares isoladas no joelho. A taxa de incidência varia entre 1% e 20% das lesões ligamentares no joelho (Johnson, 1990).

O LCP, pode ser lesionado quando o joelho sofre um trauma direto enquanto está dobrado. Isso ocorre porque o LCP é responsável por controlar o deslocamento da tíbia em relação ao fêmur. Se a tíbia se deslocar excessivamente, pode resultar em uma lesão do LCP (Silva, K. N. G.; Imoto, A. M.; Cohen, M.; Peccin, M. S., 2010).

Lesões no LCP podem ocorrer em acidentes automobilísticos ou durante atividades esportivas. No entanto, essas lesões são menos comuns do que as lesões no Ligamento Cruzado Anterior (Schüttler et al., 2017).

De acordo com estudos, lesões no joelho em pessoas comuns têm uma prevalência de 2 a 3%. Em pacientes que sofreram trauma no joelho, a incidência pode chegar a 40% (Fanelli, 2010).

Os sintomas de uma lesão no Ligamento Cruzado Posterior podem variar. Diferentemente do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), o LCP não está confinado dentro do joelho e, portanto, uma lesão no LCP geralmente não causa muitos edemas. Os pacientes podem sentir dor e edema, além de sensação de falseio e insegurança ao mudar de direção, o joelho pode parecer deslizar (Junior Wmw, 2004).

Após o trauma inicial, a dor e o edema moderado geralmente desaparecem em 2 a 4 semanas, mas o joelho ainda pode permanecer instável. Sinais de instabilidade e a sensação de não poder confiar no joelho para suporte são aspectos relevantes para a decisão sobre os tratamentos disponíveis. É importante ter em mente que a instabilidade crônica pode levar à artrite (Emami et al., 2014).

A reabilitação é uma fase crucial e adicional no processo de recuperação de uma lesão do LCP. Os protocolos de reabilitação enfatizam a importância de proteger o ligamento reconstruído, minimizando o estresse no enxerto até que ele esteja totalmente integrado. No entanto, ainda não se sabe exatamente quais são os níveis seguros de tensão durante os exercícios de reabilitação (Ahn JH; Yoo JC; Wang JH, 2005).

Os aspectos principais da reabilitação envolvem o uso de um imobilizador em extensão, a obtenção de uma maior amplitude de movimento, a liberação de peso no membro afetado, o fortalecimento muscular e o treinamento proprioceptivo. Adicionalmente, a crioterapia pode ser utilizada para reduzir o inchaço e a dor, enquanto a eletroestimulação pode prevenir a atrofia do quadríceps e a analgesia pode ser aplicada localmente (Zayni et al., 2011).

Para Quelard et al. (2010), não existe um acordo geral sobre o limite de flexão do joelho. Segundo um protocolo desenvolvido pela Santa Casa de São Paulo, a amplitude de movimento deve seguir as angulações de 0 a 70° nas primeiras quatro semanas, aumentando para até 90° até a sexta semana e, depois disso, progredindo gradualmente.

Quelard et al. (2010), recomendam uma mobilização passiva gradual, com uma amplitude de 0 a 60° nas primeiras seis semanas, aumentando para 0 a 90° da sexta à oitava semana e para 0 a 120° a partir da oitava semana. McAllister e Hussain (2010), começam a mobilização entre a terceira e a sexta semana, enquanto Fanelli et al (2008), iniciam entre a quinta e a décima semana, e Edson et al. (2010), começam na quinta semana.

À medida que o grau de flexão do joelho aumenta, a tensão no LCP também aumenta. Por essa razão, muitos profissionais estabilizam a tíbia aplicando pressão anterior na parte posterior da perna para evitar tensões excessivas no ligamento, conforme defendido por Irrgang e Fitzgerald (2000), em seu protocolo de reabilitação.

A liberação precoce de peso após a reconstrução isolada do LCP é comum em muitos protocolos, sendo permitida de acordo com a tolerância do paciente já na primeira semana. Quelard et al. (2010), seguiram um protocolo inicial sem descarga de peso nos primeiros 10 dias, progredindo para descarga parcial no décimo primeiro dia até a quinta semana e carga total após a sexta semana.

McAllister e Hussain (2010), não permitiram a descarga de peso por 3 semanas, progredindo para descarga parcial na quarta e quinta semana e total na sexta semana. Edson et al. (2010), mantiveram 5 semanas sem descarga de peso, progredindo para parcial na sexta semana e total na décima semana. Todos os autores usaram um brace em extensão em conjunto com a descarga de peso.

2.3 Exercícios em cadeia cinética aberta e fechada

No que diz respeito ao fortalecimento muscular, existe uma tendência em utilizar exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) no início dos protocolos. Isso gera forças de compressão axial na articulação, reduzindo as forças de cisalhamento no joelho e promovendo a contração simultânea do quadríceps e dos isquiotibiais, o que é desejável na fase inicial de reabilitação. Posteriormente, os exercícios são complementados com exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) em fases mais avançadas (Fanelli, 2008).

Segundo o protocolo nacional desenvolvido por Cury et al. (2012), os exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) devem começar a partir da segunda semana, limitando-se a uma amplitude de movimento de 0 a 45°. Posteriormente, os exercícios devem progredir para exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) através de contrações isométricas com angulações de 45 a 70°, com o objetivo de poupar o LCP de tensões excessivas e proteger a articulação femoropatelar.

Os protocolos geralmente adiam a introdução de exercícios específicos para os isquiotibiais, com o objetivo de não tensionar excessivamente o enxerto durante a fase inicial do pós-operatório (Fanelli GC., 2008).

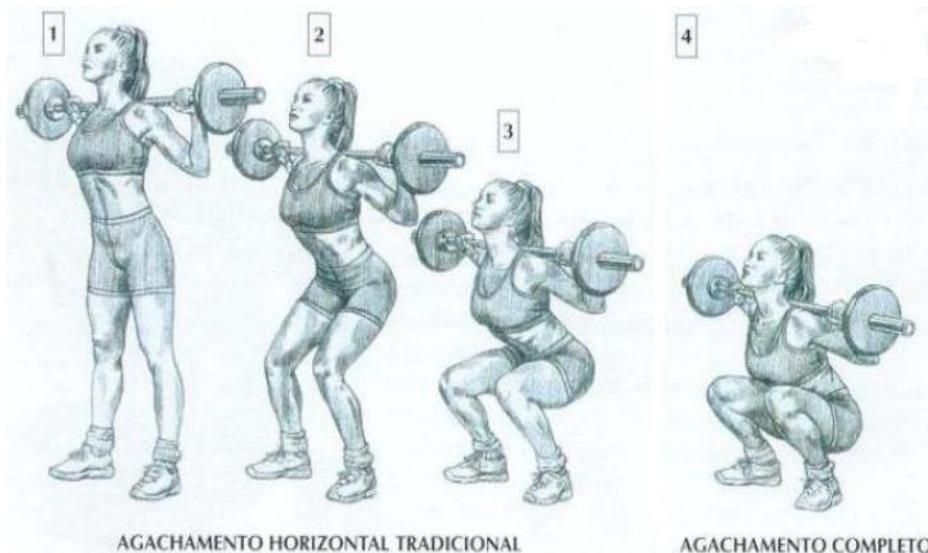
O treinamento proprioceptivo deve começar em superfícies estáveis com exercícios estáticos, progredindo para superfícies instáveis com exercícios dinâmicos e cada vez mais específicos para o objetivo funcional. A liberação para atividades esportivas é prevista a partir do sexto mês após a cirurgia (Ahn et al., 2005).

2.4 Exercícios mais utilizados na reabilitação do LCP

2.4.1 Exercício agachamento

O agachamento (figura 3) é um exercício completo que trabalha uma grande parte do sistema muscular e é excelente para o sistema cardiovascular. Ele permite a expansão torácica e uma boa capacidade respiratória. Ademais, é de extrema funcionalidade, visto que é constantemente utilizado em atividades cotidianas como se sentar e se levantar de uma cadeira ou apanhar um objeto no chão (Cohen, 1992).

FIGURA 3: Agachamento horizontal tradicional e agachamento completo ou profundo.



Fonte: <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9Gc2c8KxeZ0PliKw&usqp=CAU>. Acesso em: 31 ago. 2023

A utilização de amplitudes maiores intensifica o movimento, resultando em um aumento da força e da massa muscular. O agachamento completo ou profundo ocorre quando as coxas ultrapassam a linha horizontal, com os joelhos flexionados em mais de 90° (Gaber et al., 2011).

Conforme a amplitude do agachamento aumenta, a tensão no LCA diminui enquanto a tensão no LCP aumenta, conforme demonstrado nos estudos de Escamilla (2001). Isso levanta a questão de se os agachamentos são seguros para o LCP.

O agachamento é um exercício funcional que ativa os músculos e é usado em movimentos cotidianos, como pegar um objeto no chão. Embora alguns profissionais não o vejam com bons olhos, um treinamento bem elaborado e executado com boa técnica pode beneficiar indivíduos saudáveis ou com lesões nos joelhos (Gearhart et al., 2002).

2.4.2 Exercício extensão de joelho

O exercício de extensão de joelho (figura 4) em cadeia cinética aberta é amplamente utilizado em academias e clínicas de fisioterapia para fortalecer a musculatura extensora do joelho.

O exercício se inicia com a pessoa sentada, segurando o assento ou uma barra para manter o tronco estável. Os joelhos são dobrados e os pés são posicionados de maneira neutra, com o ponto de apoio do equipamento localizado logo acima da junta do tornozelo. Durante a execução, os pés são elevados, fazendo com que a articulação do joelho se estenda quase completamente (180°). Para finalizar, os pés retornam à posição inicial, realizando uma flexão de joelho (Scott et al., 2016).

FIGURA 4: Extensão do joelho. (A) Posição inicial e (B) Posição final do movimento.



Fonte: <https://dicasdemusculacao.org/wp/cadeira-extensora-unilateral-1>. Acesso em:

15 jun. 2023

Neste exercício, é empregada uma alavanca de primeira classe, onde a resistência é representada pelas pernas e pés, e a força é aplicada pelo músculo quadríceps. É possivelmente o movimento que mais isola esta musculatura (Scott et al., 2016).

De acordo com Campos (2000), a patela tem o papel de distribuir a força pelo quadríceps, afastando-a do centro de rotação do joelho e, assim, aumentando a capacidade desse músculo de produzir força e torque. A resistência muscular máxima é alcançada durante a flexão entre 45° e 50°.

Chhabra et al. (2005), sugerem que:

“O fortalecimento do quadríceps através da extensão do joelho em CCA entre 75° e 60°, após 4 semanas de pós-operatório. Esta ADM corresponde à angulação neutra do quadríceps, na qual sua contração não produz translação anterior ou posterior da tíbia. Por outro lado, os exercícios de fortalecimento dos isquiotibiais em CCA foram evitados inicialmente, pois a flexão do joelho sempre produz certo estresse ao enxerto do LCP, principalmente em angulação de aproximadamente 90°, devendo ser evitados por 12 semanas ou até 6 meses.” (Chhabra, A., 2005).

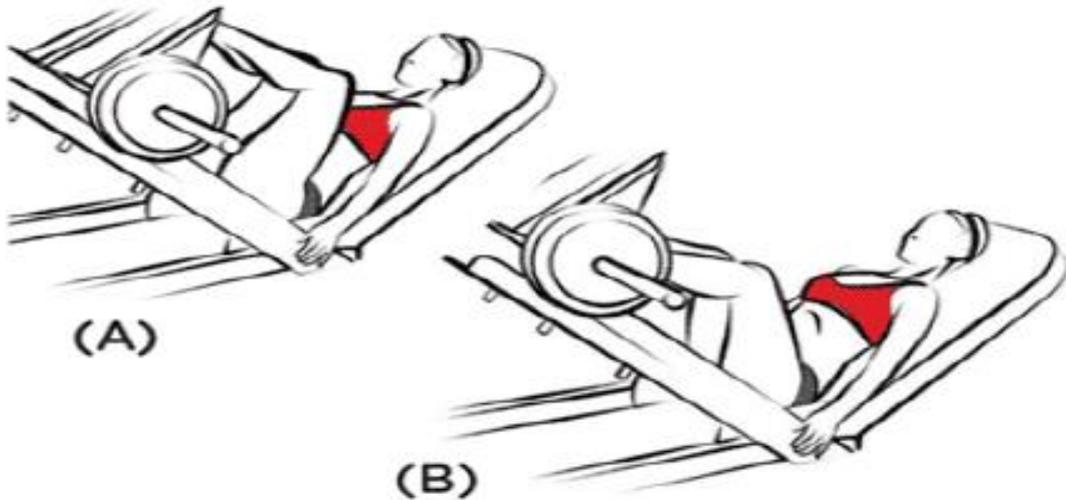
Chhabra (2005), assim como Irrgang (2000), recomendaram o fortalecimento do quadríceps através da extensão do joelho em cadeia cinética aberta (CCA) entre 75° e 60°, após 4 semanas de pós-operatório. Esta amplitude de movimento (ADM) é equivalente à angulação neutra do quadríceps, na qual a sua contração não resulta em deslocamento anterior ou posterior da tíbia.

2.4.3 Exercício Leg Press

De acordo com estudos conduzidos por Ortiz (1998), exercícios que envolvem co-contrações dos músculos quadríceps e isquiotibiais são considerados mais seguros para a reabilitação de joelhos reconstruídos. A realização desses exercícios pode resultar em menos alterações na região de fixação isométrica femoral do LCP e, conseqüentemente, menos tensão no ligamento recém-reconstruído.

Com base nisso, o exercício de leg press (figura 5) pode ser sugerido como um dos exercícios físicos que podem ajudar a fortalecer o LCP.

FIGURA 5: Leg press 45°. (A) Posição inicial e (B) Posição final do movimento.



Fonte: <https://i.pinimg.com/1200x/b0/40f5ab.jpg>. Acesso em: 26 jul. 2023

Ao realizar o exercício de leg press, é importante observar o posicionamento dos pés na placa de apoio, pois isso determinará qual músculo será priorizado. A posição correta do quadril é não ultrapassar 90 graus de flexão. Há três variações do exercício de leg press: inclinado a 45°, horizontal e vertical (Ortiz, G. J.; Schmotzer, H.; Bernbeck, J.; Graham, S. Tibone, J. E.; Vangsness, 1998).

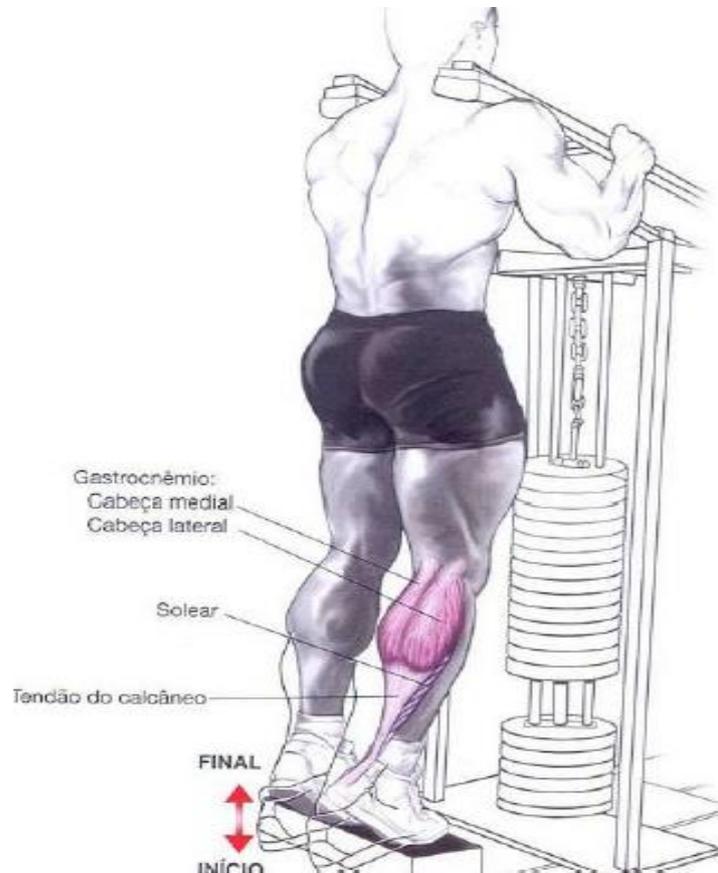
2.4.4 Fortalecimento de gastrocnêmios

Um estudo realizado por Inoue em (1998), que utilizou a eletromiografia (EMG), identificou diferenças nas atividades elétricas dos músculos quadríceps, isquiotibiais e gastrocnêmio durante o movimento isocinético do joelho em joelhos saudáveis e com deficiência no Ligamento Cruzado Posterior (LCP). O estudo sugeriu um possível mecanismo compensatório para joelhos com deficiência no LCP. Durante o movimento isocinético, o músculo gastrocnêmio é ativado mais precocemente e por um período mais longo em joelhos com deficiência no LCP. A função do músculo gastrocnêmio como estabilizador dinâmico do joelho ainda não foi totalmente elucidada.

Sendo assim, o músculo gastrocnêmico pode ser parte do mecanismo de compensação em joelhos com LCP deficiente, então é importante fortalecê-lo. A

flexão plantar do tornozelo (figura 6) é um exercício indicado para fortalecer o músculo gastrocnêmio (Inoue, 1998).

FIGURA 6: Flexão plantar dos tornozelos.



Fonte: <https://static.wixstatic.com/media//52de92e9f8321.jpg>. Acesso em: 31 ago. 2023

A flexão plantar do tornozelo pode ser realizada em posição ereta, com a possibilidade de utilizar ou não uma base de apoio para os pés. Para avançar além do incremento no número de repetições ou na carga, é viável introduzir trabalho isométrico ao final da fase concêntrica (Inoue; Yasuda; Yamanaka; Wanda; Kaned, 1998).

2.4.5 Função e força muscular

De acordo com Suchomel et al. (2018), a força muscular é sustentada por uma combinação de fatores morfológicos e neurais, incluindo a área de seção transversal do músculo e a arquitetura, a rigidez musculotendínea, o recrutamento de unidades

motoras, a codificação de taxa, a sincronização de unidades motoras e a inibição neuromuscular.

Beudart (2019), fala que a função muscular é sublinhada pelos três conceitos de força muscular, potência muscular e resistência muscular. A força muscular refere-se à "quantidade de força que um músculo pode produzir com um único esforço máximo". Essas definições destacam a importância da força muscular e da função na realização de tarefas diárias e na manutenção da saúde e do bem-estar geral.

No contexto de uma lesão do Ligamento Cruzado Posterior (LCP), a força muscular e a função são essenciais para a recuperação e reabilitação.

3 MÉTODOS

3.1 Tipo de revisão, período da pesquisa, restrição linguística e temporal.

Este estudo trata-se de uma revisão integrativa realizada no período de julho a setembro 2023. Os artigos utilizados foram nas línguas portuguesa e inglesa, sem restrição temporal.

3.2 Bases de dados, realização das buscas e seleção dos estudos.

Os artigos científicos foram encontrados através de pesquisas nos bancos de dados PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scientific Electronic Library Online (Scielo).

A pesquisa foi conduzida por dois revisores independentes, com um terceiro revisor para resolver quaisquer divergências. O processo foi dividido em duas etapas: na primeira, os artigos foram selecionados com base em seus títulos e resumos; na segunda, os artigos foram baixados para leitura completa e avaliação final de inclusão ou exclusão.

3.3 Critérios de elegibilidade (PICOT)

Os critérios de elegibilidade foram realizados através do PICOT, sendo o (P) população referente à adultos no com lesão do LCP, (I) a intervenção sendo exercícios de cadeia cinética aberta e fechada, (C) comparação ou controle, porém não foi utilizado critério sobre esse aspecto, (O) referente ao desfecho, força muscular e função.

Quadro 1: Estratégia PICOT

ACRÔNIO	INCLUSÃO
P	Adultos com lesão de LCP.
I	Exercícios de cadeia cinética aberta e fechada.
C	Não foi utilizado critério sobre esse aspecto.
O	Força muscular e função.

Fonte: Autoria própria (2023).

3.4 Descritores e estratégia de busca

Como estratégia de busca, foram realizadas combinações dos descritores indexados no PubMed, Lilacs e no Scielo, utilizando o operador booleano “AND” através da ferramenta de busca em cada base de dados, para abranger os resultados da pesquisa.

Houve a utilização dos seguintes Descritores: posterior cruciate ligament; postoperative; physiotherapy; rehabilitation; physical therapy.

Quadro 2 – Estratégia de busca

Base de dados	Estratégia de busca
PUBMED	<ul style="list-style-type: none"> • posterior cruciate ligament AND postoperative AND physiotherapy • posterior cruciate ligament AND postoperative AND physical therapy
LILACS	<ul style="list-style-type: none"> • posterior cruciate ligament AND postoperative AND physiotherapy • posterior cruciate ligament AND postoperative AND physical therapy
SCIELO	<ul style="list-style-type: none"> • posterior cruciate ligament AND rehabilitation • posterior cruciate ligament AND postoperative AND physical therapy

Fonte: autoria própria (2023).

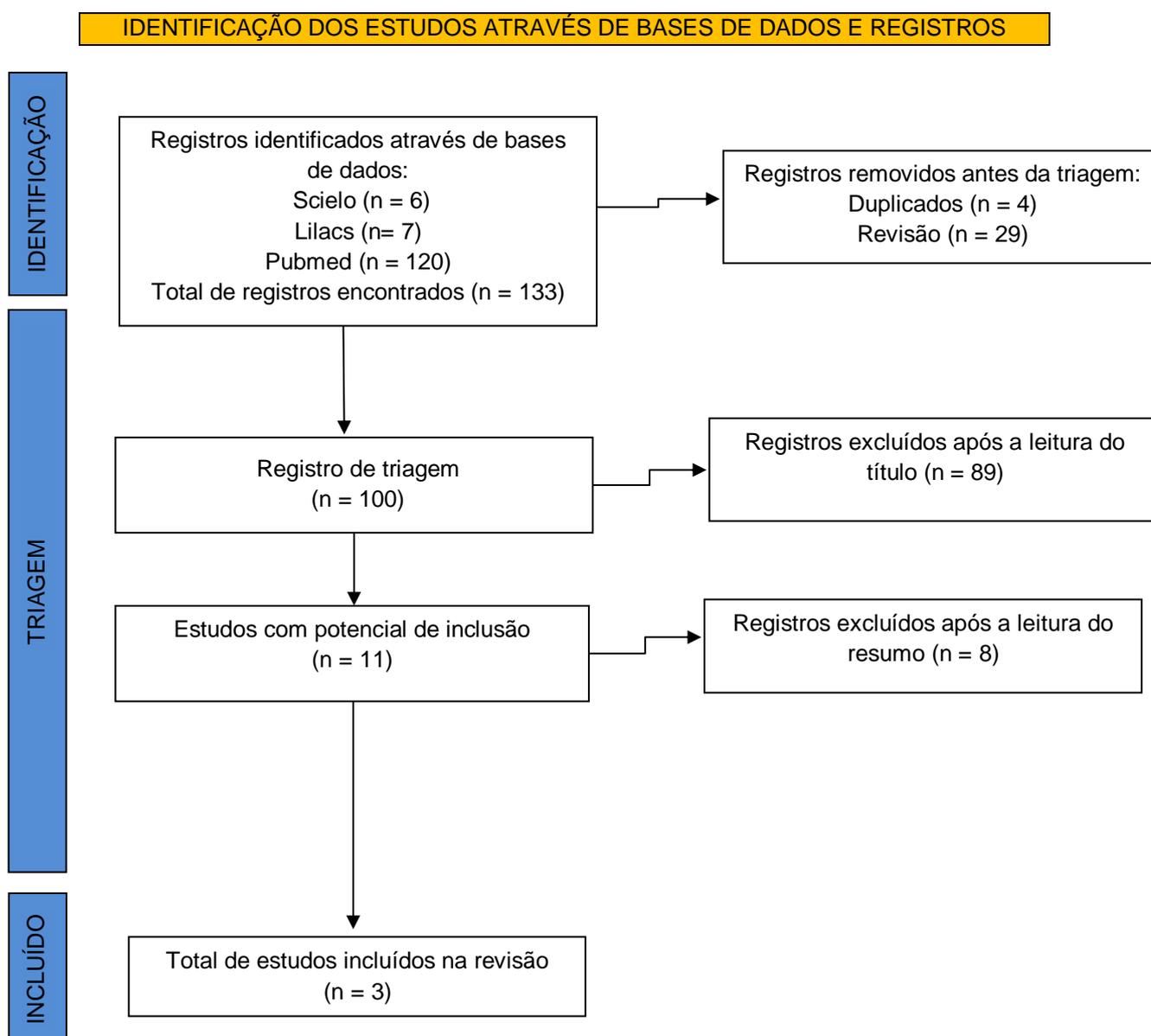
3.5 Características dos estudos incluídos

Neste estudo, foram coletadas informações sobre as seguintes características dos estudos incluídos: autor, data, população (grupos e amostras), tratamento, tempo, medidas de avaliação e resultados.

4 RESULTADOS

As buscas foram realizadas através das bases de dados eletrônicas: SCIELO, LILACS e PUBMED. Com isso, foram achados 133 artigos, onde desses foram excluídos 33 por serem artigos duplicados e de revisão, tendo o registro de triagem de 100 artigos. Desses, 89 artigos foram excluídos após a leitura do título e resumo, restando 11 artigos com potencial de inclusão. Desse restante, foram analisados pela leitura completa e excluídos 8 artigos restando 3 artigos que foram incluídos nessa revisão.

Figura 7 - Fluxograma de busca dos artigos.



Fonte: Autoria própria (2023).

No quadro 3 encontram-se listados os autores utilizados no estudo, bem como, autor, tipo de estudo, população, grupos e amostras, grupo intervenção, grupo controle, tempo, duração e frequência, para entender a estratégia melhor de cada um.

Quadro 3 – Características dos estudos incluídos

Autor (data)	Tipo de estudo	População	Grupos e amostras	Grupo intervenção	Grupo controle	Tempo, duração e frequência
Cheng - Chang Lu, (2021)	Ensaio Clínico	20 pacientes	Paciente com lesão isolada do LCP confirmada por RM, teste de gaveta posterior positivo, tempo de lesão > 3 meses sem cirurgia, sintomático nas atividades diárias e ausência de outras lesões nas pernas bilaterais	Uso de uma bola Both Sides Up (BOSU) em um programa de equilíbrio combinado com treinamento de força. Bicicleta ergométrica; fortalecimento muscular; alongamento	10 indivíduos submetidos à reconstrução do LCP por 2 anos, sem reabilitação, não apresentas sem outras lesões na perna que recebesse reconstrução do LCP ou na perna contralateral e pudessem realizar atividades diárias sem restrições	1h por sessão, 2 vezes por semana durante 12 semanas. Fase inicial – (1ª a 4ª semana), fase intermediária (5ª a 8ª semana), fase tardia (9ª a 12ª semana)
Quelard et al. (2010)	Ensaio Clínico	17 pacientes 15 homens e 2 mulheres	Mecanismo de lesão: Esporte 9 (53%) Acidente de trânsito 7 (41,1%) queda 1 (5,88%) Reconstrução artroscópica do LCP com enxerto autólogo de tendão quadríceps.	Extensão; flexão; rolamento de peso total; joelheira em extensão; almofada de espuma na parte posterior; supino com contrapressão no lado posterossuperior da panturrilha; pedalar; exercícios desestabilizadores; treinamento proprioceptivo	---	30 meses (intervalo de 12 a 60 meses).
MacLean, (1999)	Ensaio Clínico	13 atletas e 13 indivíduos	26 pacientes atletas com lesão isolada do LCP e indivíduos	Exercício excêntrico em cadeia cinética aberta. Torque isocinético (Nm)	13 indivíduos saudáveis sedentários (homens	Nas semanas 0-6 e 12. Agachamento bipodais primeiras 6

		saudáveis sedentários	sedentários saudáveis Conservador (homens entre 18 e 35 anos)	dos isquiotibiais e quadríceps em velocidades constantes de 60 e 120 graus por segundo (graus/s)	entre 18 e 35 anos). Não foram submetidos a nenhum tipo de treinamento rigoroso	semanas; agachamento unipodais últimas 6 semanas; 7 a 12 semanas agachamentos bipodais diminuídos. Programa excêntrico 7 dias por semana total 12 semanas; alongamento + gelo 20' a 30'
--	--	-----------------------	---	--	---	---

Fonte: autoria própria (2023).

O quadro 4 demonstra o desfecho, método de avaliação e resultado de cada autor referente ao seu estudo.

Quadro 4 – Resultados dos estudos incluídos

Autor (data)	Desfechos	Método de avaliação	Resultados
Cheng-Chang Lu, (2021)	Força muscular e função	Lysholm score, IKDC score, propriocepção (ativa/passiva) e testes de força muscular isocinética.	Após 12 semanas de treinamento de força, pacientes com lesão isolada do Ligamento Cruzado Posterior (LCP) apresentaram melhorias significativas em função do joelho, propriocepção e força muscular. Essas melhorias foram comparáveis às de indivíduos com perna normal e àqueles que passaram por reconstrução do LCP. A força muscular aumentou mais na perna lesionada do que na perna normal, independentemente de ser a perna dominante ou não.
Quelard et al. (2010)	Função	Pontuações objetivas e subjetivas do IKDC, bem como as escalas de joelho de Tegner e Lysholm.	Dois pacientes desenvolveram algoneurodistrofia, resolvida com tratamento médico. 82% dos pacientes mantiveram atividade física moderada a intensa. 65% dos pacientes avaliaram o joelho como normal ou quase normal. As pontuações médias de Lysholm e Tegner melhoraram significativamente. A pontuação do IKDC foi de 37,7, enquanto foi 74,5 no último seguimento. Uma série de 17 pacientes com lesão isolada do LCP mostrou uma evolução favorável nos critérios subjetivos e uma boa estabilização da gaveta posterior depois de um acompanhamento

			médio de 30 meses. Todos os pacientes passaram pelo mesmo procedimento cirúrgico e seguiram o mesmo protocolo de reabilitação pós-operatória. No entanto, o estudo apresenta algumas limitações. É um estudo com um tempo de seguimento relativamente curto e uma amostra pequena. Por isso, os resultados clínicos desta série devem ser interpretados com cautela.
MacLean, (1999)	Força e função	Tegner Hop Test Lysholm Knee Scale Scores Teste de força muscular isocinética	Foi indicado aumentos significativos no torque excêntrico e concêntrico ao longo do período de 12 semanas no grupo de tratamento. Os escores do Tegner Hop Test e da Lysholm Knee Scale também aumentaram significativamente após o programa de exercícios de agachamento excêntrico. A relação excêntrico/concêntrico do quadríceps em ambas as velocidades de teste aumentou significativamente após 12 semanas. Após o programa de exercício excêntrico, o quadríceps na extremidade lesada exibiu torque excêntrico significativamente maior que o concêntrico. O grupo de tratamento foi significativamente mais fraco do que o grupo controle em torque excêntrico em ambas as velocidades de teste na semana 0. Após o programa de exercícios de 12 semanas, entretanto, não houve diferenças significativas entre os grupos na força excêntrica do quadríceps.

Fonte: autoria própria (2023). Legenda: ADM (Amplitude de movimento); LCP (Ligamento Cruzado Posterior); IKDC (Comitê Internacional de Documentação do Joelho)

5 DISCUSSÃO

Os estudos de Cheng-Chang Lu (2021), Quelard et al. (2010) e MacLean (1999), apresentam resultados significativos no tratamento de lesões do Ligamento Cruzado Posterior (LCP). Cheng-Chang Lu (2021), observou melhorias em função do joelho, propriocepção e força muscular após 12 semanas de treinamento de força. Quelard et al. (2010), relataram que a maioria dos pacientes avaliou o joelho como normal ou quase normal após o tratamento, com melhorias significativas nas pontuações de Lysholm e Tegner. MacLean (1999), indicou aumentos significativos no torque e nos escores do Tegner Hop Test e da Lysholm Knee Scale após um programa de exercícios de agachamento excêntrico.

Em relação a população, Cheng-Chang Lu (2021), trabalhou com 20 pacientes, enquanto Quelard et al. (2010), estudaram 17 pacientes, incluindo 15 homens e 2 mulheres. MacLean (1999), por outro lado, envolveu 13 atletas e 13 indivíduos saudáveis sedentários. Essas diferenças na população podem ter impactado os resultados dos estudos. Por exemplo, a inclusão de atletas e indivíduos sedentários no estudo de MacLean (1999), pode ter introduzido variáveis adicionais que não estavam presentes nos outros estudos. Além disso, a diferença de gênero na população do estudo de Quelard et al. (2010), pode ter influenciado os resultados, já que homens e mulheres podem responder de maneira diferente ao tratamento.

No entanto, apesar dessas diferenças nas populações dos estudos, todos os três estudos relataram melhorias significativas após o tratamento. Isso sugere que, embora as características da população possam influenciar os resultados, o tratamento em si é eficaz em uma variedade de populações.

Sobre as amostras, elas se diferenciam. Cheng-Chang Lu (2021), selecionou pacientes com lesão isolada do LCP confirmada por RM, teste de gaveta posterior positivo, tempo de lesão superior a 3 meses sem cirurgia, sintomático nas atividades diárias e ausência de outras lesões nas pernas bilaterais. Quelard et al. (2010), incluíram pacientes que sofreram lesões através de esportes (53%), acidentes de trânsito (41,1%) e quedas (5,88%). Todos os pacientes passaram por reconstrução artroscópica do LCP com enxerto autólogo de tendão quadríceps. MacLean (1999), estudou 26 pacientes atletas com lesão isolada do LCP e indivíduos sedentários saudáveis, todos homens entre 18 e 35 anos.

A amostra mais ampla foi utilizada por MacLean (1999), com 26 pacientes, enquanto a menor amostra foi utilizada por Quelard et al. (2010), com 17 pacientes. Não há informações disponíveis sobre perda ou desistência de pacientes ao longo dos estudos. É importante notar que o tamanho da amostra pode influenciar os resultados do estudo, e amostras muito pequenas podem limitar a generalização dos resultados.

Em relação as intervenções dos estudos, Cheng-Chang Lu (2021), usou uma bola Both Sides Up (BOSU) em um programa de equilíbrio combinado com treinamento de força, bicicleta ergométrica, fortalecimento muscular e alongamento, com sessões de 1h duas vezes por semana durante 12 semanas. Quelard et al. (2010), utilizaram uma variedade de exercícios, incluindo extensão, flexão, rolamento de peso total, uso de joelheira em extensão, almofada de espuma na parte posterior, supino com contrapressão no lado posterossuperior da panturrilha, pedalar, exercícios desestabilizadores e treinamento proprioceptivo, durante um período de 30 meses. MacLean (1999) empregou exercício excêntrico em cadeia cinética aberta, medindo o torque isocinético dos isquiotibiais e quadríceps em velocidades constantes de 60 e 120 graus por segundo, com agachamentos bipodais nas primeiras 6 semanas e unipodais nas últimas 6 semanas.

Apesar das diferenças nas intervenções, todos os três estudos relataram melhorias significativas após o tratamento. Isso sugere que, embora as características da intervenção possam influenciar os resultados, o tratamento em si é eficaz em uma variedade de abordagens. No entanto, mais pesquisas são necessárias para confirmar esses resultados e determinar se existem diferenças significativas nos resultados entre diferentes intervenções.

Os estudos dos autores avaliaram diferentes desfechos e utilizaram diferentes métodos de avaliação. Cheng-Chang Lu (2021), focou na força muscular e função, utilizando o Lysholm score, IKDC score, testes de propriocepção (ativa/passiva) e testes de força muscular isocinética para avaliar os desfechos. Quelard et al. (2010), focaram na função, utilizando pontuações objetivas e subjetivas do IKDC, bem como as escalas de joelho de Tegner e Lysholm para avaliação. MacLean (1999), focou na força e função, utilizando o Tegner Hop Test, Lysholm Knee Scale Scores e teste de força muscular isocinética para avaliação.

Todos os estudos parecem ter avaliado os desfechos propostos em seus objetivos. Os métodos de avaliação utilizados são comumente empregados na literatura e são considerados adequados para avaliar a função e força do joelho.

Apesar dos diferentes métodos de avaliação, todos os estudos relataram melhorias significativas após o tratamento, sugerindo que os diferentes métodos de avaliação não interferiram nos resultados gerais. No entanto, mais pesquisas são necessárias para confirmar esses resultados e determinar se existem diferenças significativas nos resultados entre diferentes métodos de avaliação.

6 CONCLUSÃO

Os exercícios sugeridos têm como objetivo promover uma recuperação mais eficiente da função do Ligamento Cruzado Posterior (LCP). No entanto, ainda é incerto se os pacientes com deficiência no LCP desenvolverão sintomas crônicos ou se conseguirão retornar ao seu nível de atividade pré-lesão sem prejuízos significativos. Este tipo de tratamento tem sido tradicionalmente aconselhado para casos de lesões isoladas do LCP, devido à capacidade do ligamento de se recuperar e alcançar a redução da instabilidade posterior.

De forma geral, quando se fala de um joelho reconstruído, deve-se evitar exercícios e atividades que imponham forças de cisalhamento posterior excessivas ou causem deslocamento posterior da tibia sobre o fêmur, desse modo perturbando o enxerto em cicatrização. Neste caso, deve-se iniciar os exercícios para restaurar a flexão do joelho na posição sentada, permitindo que a gravidade flexione passivamente a articulação e os músculos isquiotibiais a fim de que permaneçam essencialmente inativos.

De forma geral, pode-se concluir que os protocolos de reabilitação pós-operatória para pacientes submetidos à reconstrução do LCP variam de acordo com os critérios de progressão adotados pelos autores. Não há um consenso sobre qual protocolo é mais eficaz ou seguro para a recuperação funcional e a prevenção de complicações. É necessário realizar mais estudos comparativos para avaliar os resultados clínicos e biomecânicos dos diferentes protocolos.

REFERÊNCIAS

- Ahn Jh, Yoo Jc, Wang Jh. **Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: Doubleloop Autograft Versus Achilles Tendon Allograft – Clinical Results Of A Minimum 2-Year Follow-Up.** Arthroscopy. 2005;21(8):965-69.
- Allen Cr, Kaplan Ld, Fluhme D, Harner Cd. **Posterior Cruciate Ligament Injuries.** Current Opinion In Rheumatology. 2002;14:142-49.
- Beudart, C., Rolland, Y., Cruz-Jentoft, A. J., Bauer, J. M., Sieber, C., Cooper, C., ... Fielding, R. A. (2019). **Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice.** Calcified Tissue International. doi:10.1007/s00223-019-00545-w
- Campos, M. A.; **Biomecânica Da Musculação.** 2.Ed. Rio De Janeiro: Ed. Sprint, 2000.
- Carlson C. **The Natural History And Management Of Hamstringinjuries.** Curr Rev Musculoskelet Med. 2008;1(2):120–3.
- Chhabra, A.; Cha, P.; Rihn J. A.; Cole, B.; Bennett, C.; Waltrip, R. L. **Surgical Management Of Knee Dislocations.** J Bone Joint Surg Am V. 87, P.11-21, 2005.
- Cheng-Chang Lu.; Yao, H.-I.; Fan,T.-Y.; Lin, Y.-C.; Lin, H.-T.; Chou,P.P.-H. **TwelveWeeks of a Staged Balance and Strength Training Program Improves Muscle Strength, Proprioception, and Clinical Function in Patients with Isolated Posterior Cruciate Ligament Injuries.** Int. J. Environ. Res. Public Health 2021.
- Cohen, J. **A Power Primer.** Psychol Bull 112: 155-159, 1992.
- Cury Rpl, Kiyomoto Hd, Rosal Gf, Bryk Ff, Oliveira Vm, Camargo Opa. **Protocolo De Reabilitação Para As Reconstruções Isoladas Do Ligament Cruzado Posterior.** Rev Bras Ortop. 2012;47(4):421-7.
- Duval, N.; Hagemester, N.; Yahia, L'h.; Krudwig, W.; Witzel, U.; Guise, J. A. **Computer-Based Method For The 3-D Kinematic Analysis Of Posterior Cruciate Ligament And Postero-Lateral Corner Lesions.** The Knee, V.9, P. 301-308, 2002.
- Edson Cj, Fanelli Gc, Beck J. **Postoperative Rehabilitation Of The Posterior Cruciate Ligament.** Sports Med Arthrosc Rev. 2010;18(4):275-9.
- Ellenbecker, T. S. **Reabilitação Dos Ligamentos Do Joelho.** Barueri: Manole, 2002.
- Emami, M.M.K., Ladani, M.J., Emami, M.T., Et Al. **Concomitant Ligamentous And Meniscal Knee Injuries In Femoral Shaft Fracture.** Journal Of Orthopaedics And Traumatology, 15:35–39, 2014.

Escamilla, R. F. **Knee Biomechanics Of The Dynamic Squat Exercise**. Med. Sci. Sports Exerc. V.33, P.127–141, 2001.

Fanelli Gc. **Posterior Cruciate Ligament Rehabilitation: How Slow Should We Go?** Arthroscopy. 2008;24(2):234-235.

Fanelli Gc, Beck Jd, Edson Cj. Current Concepts Review: **The Posterior Cruciate Ligament**. J Knee Surg. 2010;23(2):61-72.

Fanelli, G. C., Giannotti, B. F., & Edson, C. J. (1996). **Arthroscopically Assisted Combined Posterior Cruciate Ligament/Posterior Lateral Complex Reconstruction**. *Arthroscopy: The Journal Of Arthroscopic & Related Surgery*, 12(5), 521–530. Doi:10.1016/S0749-8063(96)90189-9

Gearhart, Rf, Jr., Goss, Fl, Lagally, Km, Jakicic, Jm, Gallagher, J, Gallagher, Ki, And Robertson, Rj. **Ratings Of Perceived Exertion In Active Muscle During High-Intensity And Low-Intensity Resistance Exercise**. J Strength Cond Res 16: 87-91, 2002.

Garber, Ce, Blissmer, B, Deschenes, Mr, Franklin, Ba, Lamonte, Mj, Lee, Im, Nieman, Dc, And Swain, Dp. American College Of Sports Medicine Position Stand. **Quantity And Quality Of Exercise For Developing And Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, And Neuromotor Fitness In Apparently Healthy Adults: Guidance For Prescribing Exercise**. Med Sci Sports Exerc 43: 1334-1359, 2011.

Inoue, M.; Yasuda, K.; Yamanaka, M.; Wada, T.; Kaneda, K. **Compensatory Muscle Activity In The Posterior Cruciate Ligament-Deficient Knee During Isokinetic Knee Motion**. The American Journal Of Sports Medicine V.26, P. 710-714, 1998.

Irrgang Jj, Fitzgerald Gk. **Rehabilitation Of The Multiple Ligament Injured Knee**. Clinics In Sport Med. 2000;19(3):545-71.

Johnson, J.C., Bach, B.R. **Current Concepts Review Posterior Cruciate Ligament**. American Journal Of Knee Surgery, 3 (3):143–53, 1990.

Jorge, M.C.; Duarte, M. S. **Reabilitação Funcional Do Joelho Pós Ligamentoplastia Do Ligamento Cruzado Anterior Do Joelho: Um Estudo De Caso**. Lisboa, 2007. Disponível Em: <Www.Frasce.Edu.Br>.

Jurist Ka, Otis Jc, Fitzgerald Gk. **Anteroposterior Tibiofemoral Displacements During Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises: Issues In Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstructive Surgery**. Phys Ther. 1997;77:1747-54.

Junior Wmw, Bergfeld Ja, Parker Rd. **Evaluation And Treatment Of Posterior Cruciate Ligament Injuries**. Am J Sports Med. 2004;32(7):1765-75.

Konishi, Y., T. Fukubayashi, And D. Takeshita. **Possible Mechanism Of Quadriceps Femoris Weakness In Patients With Ruptured Posterior Cruciate Ligament.** Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 34, No. 9, Pp. 1414–1418, 2002.

MacLean C. L., Taunton J. E., Clement D. B., Regan W D., Stanish W D. **Eccentric kinetic chain exercise as a conservative means of functionally rehabilitating chronic isolated insufficiency of the posterior cruciate ligament.** Clin J Sport Med. 1999 Jul;9(3):142-50.

Mcallister Dr, Hussain Sm. **Tibial Inlay Posterior Cruciate Ligament Reconstruction:** Surgical Technique And Results. Sports Med Arthrosc Rev. 2010;18(4):249-53.

Ortiz, G. J.; Schmotzer, H.; Bernbeck, J.; Graham, S. Tibone, J. E.; Vangsness, Jr. T. **Isometry Of The Posterior Cruciate Ligament:** Effects Of Functional Load And Muscle Force Application. The American Journal Of Sports Medicine V. 26, P. 663-668, 1998.

Pecora, J.R.; Rodrigues, C.J.; Rodrigues Jr., A.J.; Salomão, O. **Densidade Linear Do Sistema De Fibras Elásticas Dos Ligamentos Patelar, Cruzado Anterior E Cruzado Posterior.** Acta Ortop. Bras. V. 9, N.1, P.55-62, Jan/Mar, 2001.

Quelard B, Sonnery-Cottet B, Zayni R, Badet R, Fournier Y, Hager Jp Et Al. **Isolated Posterior Cruciate Ligament Reconstruction:** Is Non-Aggressive Rehabilitation The Right Protocol? Orthop Traumatol Surg Res. 2010;96(3):256-62.

Rosembloom, J.; Abrams, W.R.; Mecham, R. **Extracellular Matrix 4:** The Elastic Fiber. Faseb. V. 7, P. 1208-1218, 1993.

Schüttler, K.F., Ziring, E., Ruchholtz, S., Efe, T. **Posterior Cruciate Ligament Injuries.** Unfallchirurg, 120(1):55-68, 2017.

Scott, Br, Duthie, Gm, Thornton, Hr, And Dascombe, Bj. **Training Monitoring For Resistance Exercise:** Theory And Applications. Sports Med 46: 687-698, 2016.

Silva, K. N. G.; Imoto, A. M.; Cohen, M.; Peccin, M. S. **Reabilitação Pós-Operatória Dos Ligamentos Cruzado Anterior E Posterior:** Estudo De Caso. Acta Ortopédica Brasileira V. 18, N.3, P. 166-169, 2010.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). **The Importance of Muscular Strength:** Training Considerations. Sports Medicine, 48(4), 765–785. doi:10.1007/s40279-018-0862-z

Uchida M.C.; Charro M.; Bacurau R.; Navarro F.; Pontes Júnior F.L. **Manual De Musculação:** Uma Abordagem Teórico-Prática Ao Treinamento De Força. São Paulo: Phorte; 2021.

Zayni R, Hager J.P, Archbold P, Fournier Y, Quelard B, Chambat P, Sonnery- Cottet B. **Activity Level Recovery After Arthroscopic Pcl Reconstruction:** A Series Of 21 Patients With A Mean Follow-Up Of 29 Months. The Knee. 2011;18:392-5