

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Luan Santos Itacaramby Teixeira  
Yuri Mesquita Figueiró**

**INFLUÊNCIA DE EXERCÍCIOS EM CADEIAS CINÉTICA  
ABERTA E FECHADA NA RECONSTRUÇÃO DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: revisão bibliográfica**

**Taubaté - SP**

**2020**

**Luan Santos Itacaramby Teixeira  
Yuri Mesquita Figueiró**

**INFLUÊNCIA DE EXERCÍCIOS EM CADEIAS CINÉTICAS  
ABERTA E FECHADA NA RECONSTRUÇÃO DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: revisão bibliográfica**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado como parte dos  
requisitos para colação de grau  
acadêmico no curso bacharelado em  
Fisioterapia do Departamento de  
Fisioterapia da Universidade de  
Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. Renato José  
Soares.

**Taubaté - SP**

**2020**

**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi**  
**Grupo Especial de Tratamento da Informação – GETI**  
**Universidade de Taubaté - UNITAU**

T266i Teixeira, Luan Santos Itacaramby  
Influência de exercícios em cadeias cinéticas aberta e fechada  
na reconstrução do ligamento cruzado anterior : revisão  
bibliográfica / Luan Santos Itacaramby Teixeira , Yuri Mesquita  
Figueiró. – 2020.  
25 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté,  
Departamento de Fisioterapia, 2020.  
Orientação: Prof. Dr. Renato José Soares, Departamento de  
Fisioterapia.

1. Reconstrução do ligamento cruzado anterior. 2. exercícios  
de cadeia cinética fechada. 3. exercícios de cadeia cinética aberta.  
4. LCA. I. Figueiró, Yuri Mesquita. II. Universidade de Taubaté.  
Departamento Unificado. Curso de Fisioterapia. III. Título.

CDD – 615.82

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Beatriz Ramos - CRB-8/6318

**Luan Santos Itacaramby Teixeira  
Yuri Mesquita Figueiró.**

**INFLUÊNCIA DE EXERCÍCIOS EM CADEIAS CINÉTICAS ABERTA E FECHADA  
NA RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: revisão  
bibliográfica**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Fisioterapia da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do título de Fisioterapeuta.

Orientadora: Prof. Dr. Renato José Soares

Data: 22/12/2020

Resultado:

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Renato José Soares

Universidade de Taubaté



Assinatura \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Alex Sandra Oliveira de Cerqueira Soares      Universidade de Taubaté



Assinatura \_\_\_\_\_

Profa. Dra Glauce Gonzaga Silva

Universidade de Taubaté



Assinatura \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a vida, por toda essa trajetória nesses 4 anos de muito aprendizado e dedicação. Não foi nada fácil chegar até aqui, escolhas e atitudes pessoais me representaram e fizeram avançar mais um nível. Agradeço em especial aos meus maiores exemplos de vida, meus pais, Eduardo e Andresa, que com maestria fizeram seus papéis, oferecendo sempre muito suporte e amor. Muito obrigado por todos os ensinamentos nesses meus 21 anos de vida e por sempre acreditarem no meu potencial; essa conquista é nossa. Agradeço a todos os amigos que fiz durante a graduação, pelo companheirismo, troca de experiências, momentos que levarei para toda a minha vida. A meu orientador, Renato Soares, por ter tido a honra de ser seu orientando, pela paciência, por todas as oportunidades de aprendizado, sempre suprindo todas as minhas dificuldades e me auxiliando durante esse incrível caminho.

*Luan Santos Itacaramby Teixeira*

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, a minha mãe e família pelo apoio incondicional, aos amigos e namorada por me incentivar ao longo desses anos. Dedico esse trabalho em especial a minha madrinha (in memoriam), por todos ensinamentos e carinho.

*Yuri Mesquita Figueiró*

## RESUMO

Uma das intervenções mais comuns após a lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) é a intervenção cirúrgica por meio da colocação de um enxerto para substituir o tecido lesado. Após tal procedimento, há necessidade de uma ação de reabilitação que foque na melhora funcional do paciente, por meio de fortalecimento específico e global para o membro operado. A busca pelo exercício mais apropriado após uma lesão de LCA tem gerado debate ao longo dos anos, levando em conta os tipos de força que o enxerto é capaz de suportar em sua fase de cicatrização, durante o exercício e quanto à sua função. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo entender a influência dos exercícios em cadeia cinética aberta (CCA) e fechada (CCF) sobre o enxerto no processo de pós-operatório do ligamento cruzado anterior, além de analisar os dados de dor, função e deslocamento/frouxidão do LCA de acordo com os testes feitos pelos ensaios clínicos randomizados. O estudo contou com a análise de 14 estudos datados entre 1995 e 2018 encontrados nas bases de dados PubMed, que analisaram dor, função, deslocamento na região do joelho e eficácia dos exercícios de CCA e CCF. Diante da análise dos dados, concluiu-se que exercícios de CCF possuem uma maior indicação no pós-operatório imediato, porém em divergência existem estudos que apoiam exercícios em CCA nas fases iniciais, ressaltando também sobressair nos resultados de fortalecimento de quadríceps. Assim, uma combinação desses exercícios pós uma boa avaliação fisioterapêutica pode ser o melhor direcionamento para um processo de reabilitação.

**Palavras-chave:** Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. Exercícios de cadeia cinética fechada. Exercícios de cadeia cinética aberta. LCA.

## ABSTRACT

The anterior cruciate ligament (ACL) is an important structure for the stabilization of the knee, and its rupture represents one of the most frequent musculoskeletal injuries, which occurs mainly in sports that seek changes in direction and rotational movements. Thus, the search for the most appropriate exercise after an ACL injury has generated debate over the years, taking into account, the types of strength that the ACL-deficient or reconstructed knee is able to withstand during exercise and regarding its occupation. Therefore, the study aimed to understand the influence of open and closed (CCA) and closed (CCF) kinetic chain exercises on the graft in the postoperative process of the anterior cruciate ligament, in addition to analyzing pain, function and displacement data / looseness of the ACL according to tests performed by randomized clinical trials. The study included the analysis of 14 studies dated between 1995 and 2018 found in the PubMed databases that analyzed pain, function, dislocation in the knee region and the effectiveness of the CCA and CCF exercises. In view of the data analysis, it is concluded that CCF exercises have a greater indication in the immediate postoperative period, but in divergence there are studies that support exercises in CCA in the initial stages, highlighting also stand out in the results of strengthening quadriceps, thus a combination of these exercises after a good physical therapy evaluation can be the best direction for a rehabilitation process.

**Keywords:** Anterior cruciate ligament reconstruction; Closed kinetic chain exercises; Open kinetic chain exercises; ACL; Open/closed kinetic chain exercise.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**CCA/OCK** - Cadeia Cinética Aberta;

**CCF/CKC** - Cadeia Cinética Fechada;

**VAS** - Escala Visual Analógica;

**LCA/ACL** - Ligamento Cruzado Anterior;



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIA</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior, (LCA), possui como característica funcional a restrição primária à translação anterior da tíbia no fêmur, e, além disso, restrição secundária à rotação tibial e a qualquer angulação em varo ou valgo que ocorra com o joelho em extensão total.<sup>1</sup> Dessa forma, o LCA é de suma importância para a estabilização do joelho e sua ruptura representa uma das mais frequentes lesões musculoesqueléticas, a qual ocorre principalmente em esportes que buscam mudanças de direção e movimentos rotacionais.<sup>2</sup>

A busca pelo exercício mais apropriado após uma lesão de LCA tem gerado debate ao longo dos anos, levando em conta os tipos de força que o joelho com deficiência de LCA ou reconstruído é capaz de suportar durante o exercício e quanto à sua função.<sup>1,3</sup> Dentre os exercícios, os de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF), são comparados na literatura em busca da comprovação do qual possui melhor eficácia diante do estresse do LCA. Os exercícios de CCA, são atividades de membros inferiores realizadas onde o segmento distal do membro está livre para se mover. Já os exercícios de CCF, são o oposto, ou seja, o segmento distal do membro não se apresenta livre para a movimentação<sup>2</sup>.

Há, ainda, uma grande discussão acerca dos exercícios de CCA e sua relação com aumento da tensão do LCA, assim como seu potencial risco para o aumento da frouxidão ligamentar e consequente translação anterior da tíbia. Portanto, não há consenso na literatura quanto ao tipo de exercício que deve ser utilizado como intervenção após lesão ou reconstrução do LCA.<sup>2,3</sup>

A partir do exposto, o estudo tem como objetivo apresentar uma súmula da literatura pesquisada com relação à eficácia dos exercícios de cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada no pós-operatório do ligamento cruzado anterior, sendo importante essa revisão bibliográfica para avaliar os tipos de exercícios, assim como a adaptação e eficácia deles.

## **2 OBJETIVO**

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar uma súmula de artigos científicos, pesquisada com relação a eficácia dos exercícios de cadeia cinética aberta e fechada no pós-operatório, com procedimento de enxerto no ligamento cruzado anterior.

### 3 MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática na base de dados científicos da Pubmed. A revisão foi estruturada com busca na base de dados, tendo como palavras-chaves “Anterior cruciate ligament reconstruction”, “Closed kinetic chain exercises”, “Open kinetic chain exercises”, “ACL”, “open/closed kinetic chain exercise” foram combinados para encontrar os artigos de interesse.

A pergunta norteadora para as pesquisas foi: Qual a influência dos exercícios em CCA e CFF após enxerto do LCA?

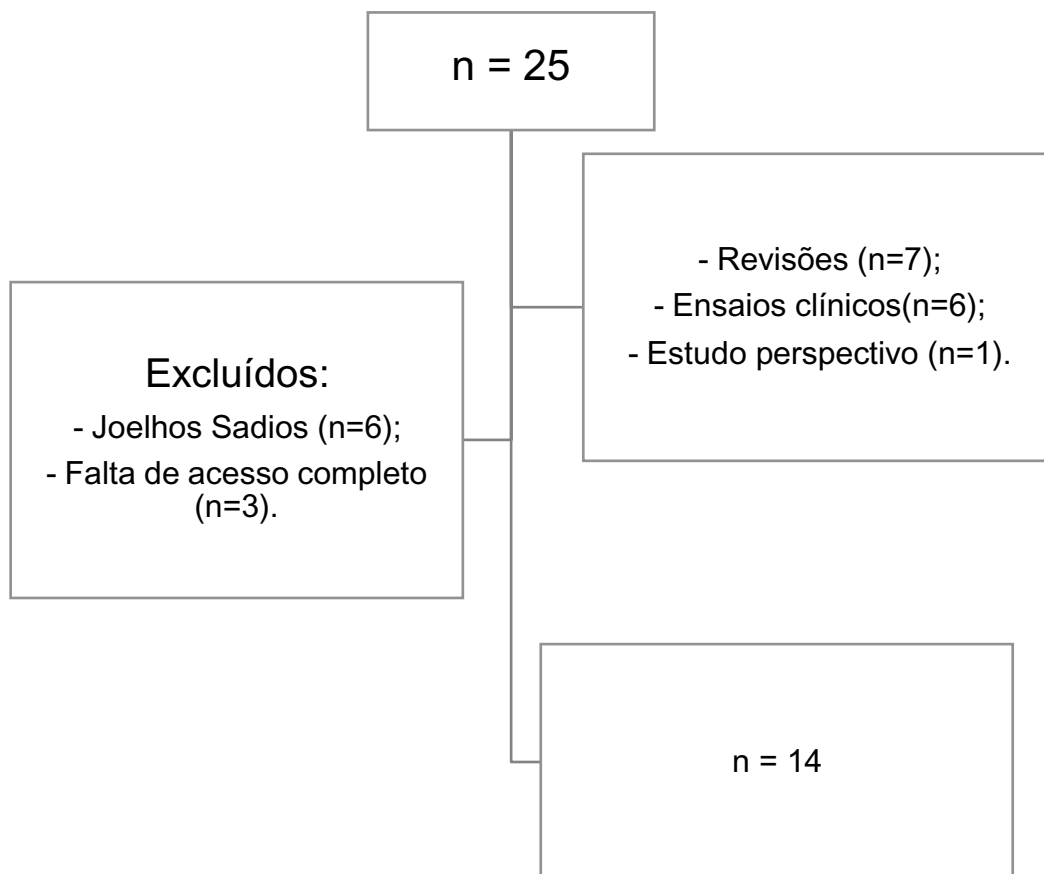
A pesquisa foi realizada do dia oito de agosto de 2020 a oito de setembro de 2020 e foram selecionados artigos de 1995 a 2018, sendo todos escritos em língua inglesa.

Os artigos excluídos foram: os que não estavam disponíveis gratuitamente; os que contemplavam um estudo direcionado ao ligamento cruzado em joelhos saudáveis; e artigos que não se encaixavam nas datas limites.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram identificados 25 artigos na base de dados Pubmed. Após análise dos resumos, foram excluídos 6 artigos, pois retratavam de um processo de avaliação em joelhos sadios. Em adição, foram excluídos mais três artigos por não estarem disponíveis com acesso a sua íntegra.

Após essa fase, permaneceram 14 artigos, compondo 6 ensaios clínicos e um estudo perspectivo clínico, os quais fazem parte da discussão e conclusão deste trabalho, e sete revisões bibliográficas, as quais auxiliam com seus dados.



**Figura 1 - Organograma dos artigos que compõem a pesquisa.**

O joelho, é uma das articulações mais frequentemente lesadas no corpo e dentre essas lesões, destacam-se as ligamentares, sendo o Ligamento Cruzado Anterior (LCA), mais frequentemente acometido. Quando a ruptura total do LCA é diagnosticada, o paciente poderá passar por um procedimento cirúrgico que buscará uma reconstrução deste ligamento.

Após a reconstrução do LCA, há necessidade de seguirmos por um processo de reabilitação pós-operatória, um dos fatores primordiais para o maior fator de sucesso no procedimento de reconstrução ligamentar. Vários protocolos são apresentados na literatura, tendo os mesmos um objetivo em comum: restabelecer a amplitude de movimento, força muscular, tendo como consequência uma melhora da função para níveis normais antes da lesão. Para tal, uma das maiores necessidades na reabilitação após reconstrução do LCA é o fortalecimento do músculo quadríceps, o qual pode ser realizado basicamente de duas maneiras: exercícios em cadeia cinética fechada, quando a extremidade do membro inferior fica fixa, e exercícios em cadeia cinética aberta, nos quais a extremidade do membro inferior livre.

No entanto, há grande discussão clínica e no âmbito da ciência se tais modalidades de exercícios podem gerar maior ou menor tensão no enxerto, o qual está em uma fase de neovascularização e conseqüentemente ainda em um processo de cicatrização. Resumindo, as perguntas que se fazem é se nesta fase pós cirúrgica há maior ou menor possibilidade dos tipos de exercícios em gerar forças exageradas no enxerto em sua fase de maturação e se eles geram maior ou menor propensão de causar dor anterior no joelho. Em adição, questiona-se também qual modalidade de exercício é mais interessante para gerar melhores benefícios funcionais aos pacientes.

Desta forma, o presente trabalho buscou entender a influência dos exercícios em cadeia cinética aberta e fechada sobre o enxerto no processo de pós operatório do ligamento cruzado anterior, analisando ensaios clínicos randomizados da data de 1995 até trabalhos recentes de 2018, que analisaram dor, função e deslocamento na região do joelho.

Neste contexto, Bynum et al.<sup>6</sup> a partir de seus estudos, procuraram comparar exercícios em cadeia cinética aberta e fechada durante a reabilitação acelerada após a reconstrução do LCA, no que se refere a parte funcional, avaliação de dor e deslocamento da articulação do joelho.

Como processo metodológico, entre março de 1989 e outubro de 1990, os pacientes que foram submetidos à reconstrução do LCA assistida artroscopicamente com um autoenxerto do terço médio do tendão patelar, foram voluntariados e prospectivamente, incluídos no estudo. Cem pacientes entraram entre os critérios de inclusão, ter idade mínima de 18 anos, com ruptura isolada do LCA, e o joelho contralateral normal para comparação e fixação rígida do enxerto. A fixação do

enxerto foi rotineiramente obtida com parafusos de interferência de 9 mm e as cirurgias foram realizadas sob supervisão direta dos cirurgiões ortopédicos da equipe. Três pacientes não conseguiram completar o protocolo de reabilitação e os 97 pacientes restantes constituíram o grupo de estudo atual. Quarenta e sete pacientes foram randomizados para o protocolo de cadeia cinética aberta e 50 para o protocolo de cadeia cinética fechada. A idade média dos 88 homens e 9 mulheres foi de 26 anos (variação, 18 a 48). Todas as cirurgias foram realizadas pelo menos 4 semanas após a lesão e após o paciente ter recuperado o movimento completo do joelho lesionado. Vinte e dois pacientes (7 de cadeia cinética fechada, 15 de cadeia cinética aberta) tiveram suas cirurgias 4 a 12 semanas após a lesão; 19 pacientes (10 de cadeia cinética fechada, 9 de cadeia cinética aberta) tiveram suas cirurgias 3 a 12 meses após a lesão; e 56 pacientes (33 de cadeia cinética fechada, 23 de cadeia cinética aberta) tiveram suas cirurgias 1 ano ou mais após a lesão. As reconstruções, foram realizadas em 56 joelhos esquerdos e 41 direitos. Cerca de 80% (78) dos joelhos operados tinham lágrimas meniscais. No pré-operatório, não houve estatísticas diferentes entre os grupos em qualquer categoria subjetiva ou objetiva, incluindo tempo médio desde a lesão até a cirurgia<sup>6</sup>.

No pós-operatório, os pacientes foram designados a um dos dois protocolos de reabilitação, abrindo uma caixa selada e numerada (envelope), cujo conteúdo foi determinado por uma tabela gerada por computador de números aleatórios designando-os a um grupo específico, assim, os pacientes receberam sua terapia no departamento de fisioterapia, sob a supervisão direta de um fisioterapeuta com experiência em reabilitação de joelhos<sup>6</sup>.

Após o processo de reconstrução, todos os joelhos operados foram colocados em um joelheira articulada de perna longa que permite de 0 ° a 90 ° de movimento. O movimento passivo contínuo de 0 ° a 60 ° foi iniciado na sala de recuperação e progrediu conforme tolerado até a alta. A reabilitação foi iniciada no dia seguinte à cirurgia com movimentação passiva, movimentação ativo-assistido e movimentação ativa, sem resistência na cinta. Já o suporte parcial de peso com muletas foi permitido, progredindo para suporte de peso total conforme tolerado. O treino da perna não operada e o condicionamento aeróbico foram enfatizados ao longo deste período, assim, os protocolos de reabilitação nos procedimentos terapêuticos em exercícios de cadeia cinética aberta foram utilizadas técnicas convencionais de reabilitação e nos exercícios de cadeia cinética fechada foram usadas o Sport Cord (Innovation Sports,

Irvine, Califórnia), um comprimento especializado de tubo elástico com alças em ambas as extremidades para fornecer resistência durante a sustentação de peso concêntrica e excêntrica<sup>6</sup>.

A avaliação pré e pós-operatória, incluiu a escala de pontuação de função do joelho de Lysholm, escala de avaliação de atividade de Tegner e medidas do artrômetro KT-1000. No geral, a estabilidade foi restaurada em mais de 90% dos joelhos. A dor patelofemoral pré-operatória, foi reduzida significativamente nos dois grupos, onde 95% dos pacientes tiveram uma amplitude de movimento completa, porém, o grupo de cadeia cinética fechada teve menores diferenças médias laterais do artrômetro KT-1000, menos dor patelofemoral, e estavam geralmente mais satisfeitos com o resultado final, e mais frequentemente pensavam voltariam às atividades diárias normais e esportes mais cedo do que o esperado<sup>6</sup>.

Diante desse procedimento experimental, os resultados corroboraram para a premissa de que exercícios em CCF, quando usados como parte de um protocolo acelerado, são um meio seguro e eficaz de reabilitação do joelho nos estágios iniciais após a reconstrução do LCA. Além disso, podem oferecer vantagens adicionais de menor estresse no enxerto em maturação e na articulação patelofemoral, custo-benefício e conveniência, e excelente aceitação e satisfação do paciente. Ainda, este estudo no que se diz respeito a função, enfatiza que os movimentos totais imediatos, levantamento de peso precoce e treinamento de força, reduzem a incidência de um padrão flexor no pós-operatório ou perda de extensão do joelho, relacionando-se com uma redução de dor femoro patelar, sem qualquer efeito colateral importante.

Informações que se apoiam e confirmam diante do estudo relativamente recente de Uçar M et. <sup>14</sup>, onde buscaram avaliar exercícios de CCA e CCF na reabilitação após reconstrução do LCA, também enfatizando informações de dor, função e estabilização, apontando vantagens nesses quesitos para exercícios em CCF.

Para chegar a esse resultado, o estudo foi realizado em 58 pacientes com rupturas unilaterais do LCA, que foram submetidos à reconstrução do LCA assistida por artroscopia com um autoenxerto de tendões dos isquiotibiais. Inicialmente, 66 pacientes foram admitidos no ambulatório, porém, 58 foram alocados aleatoriamente em 2 grupos pelo selado método de envelope. Após um exame físico detalhado, um formulário de avaliação padrão foi preenchido para cada paciente. Informações demográficas, incluindo sexo, idade, peso, altura, índice de massa corporal,



ocupação, nível de escolaridade, dor, intensidade e lado afetado foram registrados. Pré-operatório e testes pós-tratamento foram aplicados para 4 variáveis de intensidade da dor, diferença de circunferência da coxa, flexão do joelho e pontuação de Lysholm. A presença de ruptura do LCA foi confirmada por exame físico e ressonância magnética logo na visita inicial. Todos os sujeitos deveriam ter mais de 17 anos de idade, submetidos à assistência artroscópica com cirurgia de reconstrução do LCA. Indivíduos com histórico de outra patologia e trauma nos membros inferiores, cirurgia anterior dos membros inferiores, e distúrbios inflamatórios ou outras doenças reumáticas, distúrbios neurológicos ou psiquiátricos, outros problemas relacionados ao joelho ou com histórico de terapia medicamentosa que não fossem analgésicos ou tratamento fisioterapêutico nos últimos 3 meses foram excluídos. Os pacientes foram alocados aleatoriamente para Grupo I (CCF) ou Grupo II (CCA)<sup>14</sup>.

O grupo CCF, foi composto por 30 pacientes e o grupo CCA, por 28 pacientes. Os exercícios de CCA foram isométricos de quadríceps, banco flexor-extensor, exercício de quadríceps isotônico, exercício de leg press longo, flexão-extensão de joelho e exercícios de alongamento. Já para o grupo CCF, foram exercícios de agachamento, exercício de mudança de peso em pé, exercício sentado na parede e exercícios de intensificação lateral<sup>14</sup>.

As medições dos resultados foram feitas no pré-operatório, aos 3 meses e 6 meses após a cirurgia em ambos os grupos. A intensidade da dor, percebida subjetivamente, foi avaliada por meio da Escala Visual Analógica (EVA) (0–100 mm). A flexão ativa do joelho foi avaliada com um goniômetro universal e a diferença da circunferência da coxa foi calculada a partir de medidas feitas com uma fita métrica. A diferença da circunferência da coxa foi medida 15 cm acima da borda superior da patela, e representa a diferença da medida da circunferência entre as coxas operadas e normais. Os escores de Lysholm foram usados para avaliar a função do joelho, pois esta é uma escala aceita de funcionalidade do paciente, demonstrando a satisfação do paciente em atividades diárias de mobilidade, como caminhar, subir e descer escadas e agachar<sup>14</sup>.

Os resultados deste estudo mostram que os escores de dor (VAS) apresentaram melhora em ambos os grupos, enquanto aqueles que dizem respeito a função obtiveram o aumento da circunferência da coxa nas avaliações de 3 e 6 meses após cirurgia; o padrão flexor de joelho apresentou melhora significativa, e no escore de Lysholm foi observado melhora na pontuação dos grupos de CCF em 6 meses, o

que define programas de CCF mais eficazes que os de CCA na melhoria da função de joelho em pacientes com LCA reconstruído<sup>14</sup>.

Em contrapartida, existem estudos que avaliaram exercícios de CCA em protocolos iniciais, como o de Mikkelsen et al.<sup>10</sup>, no qual buscaram em seu estudo investigar a frouxidão anterior do joelho, torque muscular da coxa e retorno ao nível esportivo pré-lesão, analisando princípios de deslocamento e função, principalmente pelo âmbito esportivo.

O estudo foi realizado em 44 pacientes com reconstrução do LCA, a fim de avaliar o efeito da reabilitação do quadríceps com CCF versus o mesmo programa com adição de exercícios CCA, e além disso, determinar se isso leva a diferenças na função do joelho e na capacidade de retornar às atividades esportivas. O Grupo I, realizou fortalecimento do quadríceps apenas com CCF, enquanto o grupo II, treinou com exercícios de CCF mais CCA a partir da sexta semana após a cirurgia. Os pacientes foram randomizados em dois grupos, cada um com 22 pacientes. Os do Grupo I treinaram apenas com exercícios de quadríceps CCF; este grupo incluiu 17 homens com idades entre 19-40 anos ( $25,7 \pm 4,8$ ) e 5 mulheres com idades entre 17-22 anos ( $19,4 \pm 2,5$ ). Os pacientes do Grupo II foram tratados com os mesmos exercícios CCF, mas a partir da 6ª semana após à cirurgia com a adição de CCA para o músculo quadríceps; neste grupo havia 17 homens com idades entre 18-39 anos ( $25,4 \pm 5,4$ ) e 5 mulheres com idades entre 18-21 anos ( $19,0 \pm 1,4$ ). Cada paciente foi pareado com outro paciente por idade, sexo, tipo e nível de atividade física/esportes. A mulher que não era atleta, foi randomizada no Grupo II e foi pareada com uma paciente do grupo I com baixo nível de atividade física<sup>10</sup>.

A reabilitação, começou no primeiro dia após a reconstrução do LCA. O protocolo de reabilitação consistia em itens tradicionais, como treinamento de amplitude de movimento e flexibilidade, treinamento proprioceptivo e de equilíbrio, exercícios de CCF e treinamento de isquiotibiais. Os dois grupos seguiram o mesmo protocolo de reabilitação durante as primeiras 5 semanas. A partir da 6ª semana, o Grupo II também recebeu exercícios isocinéticos concêntricos e excêntricos para quadríceps, inicialmente dentro de  $90^\circ - 40^\circ$  de flexão do joelho, que ao longo de 6 semanas, foi gradualmente aumentado para  $90^\circ - 10^\circ$  de flexão de joelho. O Grupo II, continuou com esses exercícios de quadríceps CCA durante todo o período de reabilitação. Caso contrário, os dois grupos continuaram o mesmo programa de reabilitação por 6 meses no pós-operatório. Ambos os grupos, realizaram a

reabilitação no hospital sob supervisão do mesmo fisioterapeuta durante todo o tempo de reabilitação<sup>10</sup>.

A frouxidão anterior do joelho foi determinada com um artrômetro KT-1000, o torque isocinético concêntrico e excêntrico do quadríceps e dos músculos isquiotibiais foi estudado com um dinamômetro Kin-Com, antes da cirurgia e 6 meses após. No período de 31 meses após a cirurgia, os pacientes responderam a um questionário sobre a função atual do joelho e atividade física para determinar a extensão e o momento de sua recuperação<sup>10</sup>.

Definindo como resultado em relação a frouxidão, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos 6 meses após cirurgia. Em relação à função, o Grupo II teve um aumento significativo no torque de quadríceps comparado ao Grupo I, entretanto não foram encontradas diferenças no torque de isquiotibiais entre os grupos. Diante disto, no Grupo II foi identificado um maior número de pacientes (n=12), em relação ao Grupo I (n=5), relacionado ao retorno esportivo no mesmo nível de antes da lesão. Dessa forma, o estudo concluiu que a adição de treinamento do quadríceps em CCA após reconstrução do LCA resulta em melhora significativa do torque de quadríceps, sem reduzir a estabilidade da articulação do joelho em 6 meses<sup>10</sup>.

Sustentando e afirmando dados com o artigo mais recente de Tagesson et al.<sup>4</sup>, que conduziram um estudo de campo, abrangendo exercícios de fortalecimento de quadríceps em cadeia cinética fechada versus aberta em pacientes com deficiência aguda do LCA, na fase de frouxidão sagital estática e dinâmica tibial, função muscular e função subjetiva do joelho. Com uma hipótese, de um programa de reabilitação abrangente suplementado com fortalecimento do quadríceps em exercícios CCA, melhorando assim a função do joelho sem aumentar a frouxidão tibial sagital estática ou dinâmica em comparação com o mesmo programa de reabilitação abrangente suplementado, com fortalecimento do quadríceps em exercícios CCF.

Os participantes foram recrutados entre pacientes que procuraram o departamento de ortopedia após trauma no joelho. Estes foram informados sobre o estudo e convidados a participar, se tivessem de 15 a 45 anos de idade e apresentassem ruptura unilateral do LCA com não mais de 14 semanas. Os pacientes foram excluídos caso tivessem lesão adicional ou cirurgia anterior nas extremidades inferiores, com exceção de lesão meniscal parcial ou lesão ligamentar colateral menor na articulação do joelho lesado ou meniscectomia parcial no joelho lesado ou

contralateral. Todas as lesões do LCA foram verificadas por artroscopia ou ressonância magnética<sup>4</sup>.

Quarenta e nove pacientes foram aleatoriamente designados para um de dois grupos de tratamento, usando um procedimento de alocação oculta. Assim, foram incluídos na pesquisa 42 pacientes, sendo 22 em CCA e 20 para CCF. Para pacientes do Grupo CCF, agachamento em uma perna foi o principal exercício de fortalecimento do quadríceps. O agachamento também foi usado como um meio de carregar suficientemente os extensores de quadril. Para os pacientes do Grupo CCA, a extensão sentada do joelho em uma perna foi o principal exercício de fortalecimento do quadríceps. A extensão do quadril em pé em uma perna também foi realizada; os 2 programas de reabilitação eram idênticos. Cada programa foi dividido em 4 fases com um foco e objetivos únicos<sup>4</sup>.

Os pacientes foram avaliados após 4 meses de reabilitação, para analisar a translação estática sagital e a translação tibial dinâmica que foram avaliadas com um eletrogoniômetro CA-4000, o resultado funcional foi avaliado através da determinação do escore de Lysholm<sup>4</sup>.

A partir da análise dos resultados, em relação a deslocamento, os exercícios de CCA não demonstraram reduzir a estabilidade da articulação em joelhos deficientes. Já em questão à função, o grupo de CCA teve significativamente maior força isocinética do quadríceps após a reabilitação, porém a força dos isquiotibiais, desempenho no teste de agachamento de 1 repetição-máximo, ativação muscular, desempenho de salto e resultado funcional não diferiram entre os grupos. Assim, a recomendação clínica do estudo foi que o fortalecimento do quadríceps em CCA deve ser incluído em programas de reabilitação após a deficiência do LCA, para atingir uma adequada força do quadríceps<sup>4</sup>.

Porém, em observação, no que se refere a um aumento da frouxidão ligamentar em exercícios de CCA, Morrissey et al.<sup>11</sup> neste ensaio clínico prospectivo e randomizado, também procuraram comparar os efeitos desses regimes de CCA e CCF na frouxidão do joelho no período inicial após a cirurgia LCA.

Os indivíduos que participaram do estudo foram designados a um dos dois grupos de tratamento usando randomização em bloco e solicitados a participar de sessões de fisioterapia três vezes por semana durante o período de treinamento de 4 semanas do estudo. As sessões ocorreram no departamento de fisioterapia

ambulatorial em um dos dois hospitais do National Health Service, na área de East London ou Whipps Cross Hospital<sup>11</sup>.

Realizado com 36 pacientes em recuperação de cirurgia LCA (29 homens, 7 mulheres; média de idade = 30 anos), testados também 2 e 6 semanas após reconstrução de LCA para análise da flacidez do joelho, foi medida utilizando o artrômetro Knee Signature System<sup>11</sup>.

Entre os testes, os indivíduos treinaram usando resistência em CCA ou CCF de seus extensores de joelho e quadril em sessões formais de fisioterapia três vezes por semana. Os dois grupos de tratamento, Grupos C (treinamento em CCF) e O (treinamento em CCA), diferiram no tipo de treinamento de resistência isotônico usado para seus extensores de quadril e joelho. Os indivíduos do Grupo C, realizaram treinamento de resistência em cadeia cinética fechada unilateral dos extensores do quadril e joelho em uma máquina de leg press, com todos esses indivíduos usando o mesmo dispositivo para este exercício, independentemente do local de tratamento, a máquina de leg press foi configurada de forma que o paciente ficasse em decúbito dorsal<sup>11</sup>.

Como resultado, visando deslocamento, obtiveram que o uso de exercício CCA, quando comparado ao exercício CCF, levou a um aumento de 9% na frouxidão com um intervalo de confiança de 95% de -8% a +29 %. Esses resultados, indicam que a grande preocupação com a segurança do treinamento extensor de joelho em CCA no período inicial, após a cirurgia de reconstrução do LCA, podendo não ser bem fundamentada<sup>11</sup>.

O que um ano depois, através da avaliação do torque de extensores de joelho com Hooper et al.<sup>8</sup> nos quais tiveram como objetivo deste estudo, realizar um ensaio clínico prospectivo randomizado para determinar se havia diferenças na melhora funcional do joelho, definida pela análise da marcha, após o treinamento em cadeia cinética aberta ou fechada durante as primeiras 6 semanas após a reconstrução do LCA.

Com 37 indivíduos, os quais foram divididos em 2 grupos (CCF e CCA) de 18 e 19 pessoas respectivamente, sendo 13 homens e 5 mulheres para o primeiro grupo e 16 homens e 3 mulheres. Os pacientes, foram estudados em um laboratório de análise de marcha 2 semanas após a cirurgia de reconstrução do LCA (teste 1), e aleatoriamente designados para 4 semanas de treinamento em cadeia cinética aberta

ou fechada. Após a conclusão do treinamento, os pacientes foram chamados de volta ao laboratório para uma segunda análise da marcha (teste 2)<sup>8</sup>.

Como resultado funcional, o pico de torque extensor, pico de potência excêntrica e energia excêntrica total absorvida durante a descida da escada foram todos melhorados do teste 1 ao teste 2, mas as diferenças entre os grupos de treinamento não foram estatisticamente significativas. O pico de torque extensor no joelho ocorreu no final da fase de apoio. No teste 1, houve uma ausência observada do primeiro pico de torque extensor associado a uma resposta de carga (em aproximadamente 20% da postura), enquanto na segunda sessão de teste, esse traço característico ficou evidente tanto nos joelhos lesionados quanto nos joelhos não lesionados. A quantidade de flexão do joelho na postura terminal foi maior após a reabilitação em ambos os grupos de treinamento<sup>8</sup>.

Os resultados, voltados a dor ou flacidez no joelho, durante este período crítico de reabilitação após a reconstrução do LCA não parecem ter efeitos diferentes. Assim, a partir dessas primeiras investigações, comparando o treinamento em cadeia cinética aberta e fechada no período inicial de reabilitação, sugere-se que uma abordagem cautelosa para o treinamento extensor de joelho em cadeia cinética aberta pode ser desnecessária durante este período<sup>8</sup>.

Por fim, é de suma importância pontuar com estudo de Fitzgerald et al.<sup>7</sup>, o qual busca, a partir de um estudo de perspectiva clínica, analisar as evidências em programas de treinamento de exercícios de CCA e CCF no pós-operatório de reconstrução de LCA, e com relação a essas questões, discutir como os fisioterapeutas podem melhor aplicar esse conhecimento na prática clínica.

A partir destas análises, ambos os tipos de exercícios, aparentemente, podem ser modificados para minimizar o risco de aplicação de tensão excessiva no enxerto de LCA e o risco de estresse excessivo da articulação patelofemoral. Dependendo dos objetivos funcionais do paciente, os exercícios CCA e CCF podem ser apropriados para simular atividades funcionais. Quando a melhora na função do músculo quadríceps femoral é um objetivo essencial do tratamento, os terapeutas podem precisar combinar exercícios de CCA com exercícios de CCF para fornecer estímulos de treinamento ideais<sup>7</sup>.

Assim, os resultados voltados a função, sugerem que os exercícios de CCA e CCF podem ser dosados a depender dos objetivos funcionais do paciente, com o intuito de oferecer menos estresse ao enxerto de LCA, e cabe aos terapeutas,

realizarem combinações de exercícios em CCA e CCF para fornecer os estímulos ideias a fim de uma boa recuperação<sup>7</sup>.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos dados analisados sobre a influência dos exercícios em cadeia cinética aberta e fechada após a reconstrução do Ligamento cruzado anterior, no que se diz a respeito à dor, apenas um ensaio clínico defende resultados significativos de diferenciação com melhoria em CCF diante da CCA. Em relação à função, para a manutenção de um progresso inicial de tratamento, dois artigos citam que exercícios de CCF se sobressaem pela estabilidade e confiança do paciente, porém, ao se iniciar um processo de fortalecimento de quadríceps, e torque muscular, um estudo defende que os exercícios em CCA têm melhores resultados de progressão, enquanto outro estudo debate, a fim de apresentar um leve aumento na frouxidão ligamentar causada pelos exercícios de CCA. Por fim, ressalta-se a importância de uma combinação de exercícios em CCA e CCF para uma melhor reabilitação, voltando a particularidade de cada paciente e aplicação correta dos exercícios pelos fisioterapeutas, e como citado pelos estudos, necessita-se de mais ciência baseada em evidência para o assunto.



## 6. REFERÊNCIA

1. Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. The Effects of Open versus Closed Kinetic Chain Exercises on Patients with ACL Deficient or Reconstructed Knees: A Systematic Review. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010;5(2):74-84.
2. Perriman A, Leahy E, Semciw AI. The Effect of Open- Versus Closed-Kinetic-Chain Exercises on Anterior Tibial Laxity, Strength, and Function Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *J orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(7):552-566.
3. Jewiss D, Ostman C, Smart N. Open versus Closed Kinetic Chain Exercises following an Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp).* 2017;2017:4721548.
4. Tagesson S, Oberg B, Good L, Kvist J. A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med.* 2008;36(2):298-307.
5. Fleming BC, Oksendahl H, Beynon BD. Open- or closed-kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction? *Exerc Sport Sci Rev.* 2005;33(3):134-40.
6. Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study. *Am J Sports Med.* 1995;23(4):401-6.
7. Fitzgerald GK. Open versus closed kinetic chain exercise: issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Phys Ther.* 1997;77(12):1747-54.
8. Hooper DM, Morrissey MC, Drechsler W, Morrissey D, King J. Open and closed kinetic chain exercises in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. Improvements in level walking, stair ascent, and stair descent. *Am J Sports Med.* 2001;29(2):167-74.
9. Luque-Seron JA, Medina-Porqueres I. Anterior Cruciate Ligament Strain In Vivo: A Systematic Review. *Sports Health.* 2016;8(5):451-5.

10. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):337-42.

11. Morrissey MC, Hudson ZL, Drechsler WI, Coutts FJ, Knight PR, King JB. Effects of open versus closed kinetic chain training on knee laxity in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):343-8.

12. Perry MC, Morrissey MC, King JB, Morrissey D, Earnshaw P. Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and leg function in patients during the 8- to 14-week post-operative period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(5):357-69.

13. Wright RW, Preston E, Fleming BC, Amendola A, Andrish JT, Bergfeld JA, Dunn WR, Kaeding C, Kuhn JE, Marx RG, McCarty EC, Parker RC, Spindler KP, Wolcott M, Wolf BR, Williams GN. A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. *J Knee Surg.* 2008;21(3):225-34.

14. Uçar M, Koca I, Eroglu M, Eroglu S, Sarp U, Arik HO, Yetisgin A. Evaluation of open and closed kinetic chain exercises in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(12):1875-8.