

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

**CESAR AUGUSTO TRENTO
VINICIUS VICHOSKI MOREIRA DOS PRODÍGIOS**

**APLICAÇÃO DO TREINAMENTO RESISTIDO NO PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO PÓS CIRÚRGICO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

CASCADEL

2023

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

**CESAR AUGUSTO TRENTO
VINICIUS VICHOSKI MOREIRA DOS PRODÍGIOS**

**APLICAÇÃO DO TREINAMENTO RESISTIDO NO PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO PÓS CIRÚRGICO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso TCC-
Artigo para obtenção da aprovação e
formação no Curso de Educação Física
Bacharelado pelo Centro Universitário
FAG.

**Professor Orientador: Augusto
Gerhart Folmann.**

**CASCADEL
2023**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
CESAR AUGUSTO TRENTO
VINICIUS VICHOSKI MOREIRA DOS PRODÍGIOS

**APLICAÇÃO DO TREINAMENTO RESISTIDO NO PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO PÓS CIRÚRGICO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso TCC como requisito para a obtenção da formação no Curso
de Educação Física Bacharelado do Centro Universitário FAG

BANCA EXAMINADORA

Orientador Prof. Me. Augusto Gerhart Folmann

Prof
Banca avaliadora

Prof
Banca avaliador

APLICAÇÃO DO TREINAMENTO RESISTIDO NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO PÓS CIRÚRGICO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

Cesar Augusto TRENTTO¹

Vinicius Vichoski Moreira Dos PRODÍGIOS¹

Augusto Gerhart FOLMANN²

catrentto@minha.fag.edu.br

vvmprodigio@minha.fag.edu.br

RESUMO

Introdução: O ligamento cruzado anterior (LCA) é o que gera estabilidade do joelho, realizando a rotação interna da tíbia e a estabilidade anterior, a lesão desse ligamento é uma das mais comuns, mais de 120.000 lesões de LCA ocorrem a cada ano nos Estados Unidos, a reabilitação após a cirurgia do ligamento anterior, é realizado individualmente, e um dos métodos utilizados para a melhora da reabilitação é o treinamento resistido (TR) por sua resposta no desenvolvimento muscular. **Objetivo:** O objetivo desse estudo é verificar quais são as metodologias de treinamento resistido que são eficientes na reabilitação do LCA após a realização da cirurgia de reconstrução. **Metodologia:** O presente estudo trata-se de uma revisão sistematizada da literatura realizada através de métodos explícitos e sistemáticos para identificação, seleção e avaliação crítica de artigos científicos. Foram incluídos estudos clínicos randomizados que analisaram a eficiência de diferentes metodologias de TR para reabilitação de LCA. **Resultados:** A recuperação de lesões de LCA foi mais eficiente por meio de exercícios de cadeia cinética aberta e através de exercícios excêntricos. Já a educação cruzada mostrou-se divergente, pois em alguns casos foram obtidos resultados significativos e em outros não. Quanto a intensidade dos treinamentos, os de alta intensidade apresentaram resultados superiores aos de baixa intensidade na recuperação. **Conclusão:** A reabilitação é multifacetada e as abordagens de recuperação devem ser individualizadas para cada paciente, onde os exercícios devem ser adaptados nos quesitos de intensidade, progressão e resistência, garantindo assim uma recuperação eficaz e segura.

Palavras-chave: Treinamento resistido, Ligamento Cruzado Anterior, reabilitação.

1- Acadêmicos do Curso de Educação Física Bacharelado do Centro Universitário Fag

2- Mestre em ciências da saúde pela Universidade Estadual de Campinas e professor do Centro Universitário Fag

ABSTRACT

Introduction: The anterior cruciate ligament (ACL) is crucial for knee stability, facilitating internal rotation of the tibia and providing anterior stability. ACL injuries are among the most common, with over 120,000 occurrences annually in the United States. Rehabilitation after ACL surgery is typically individualized, and one method employed for enhancing recovery is resistance training (RT) due to its impact on muscular development. **Objective:** This study aims to examine effective resistance training methodologies in the rehabilitation of the ACL following reconstructive surgery. **Methodology:** This study involves a systematic literature review conducted through explicit and systematic methods for the identification, selection, and critical evaluation of scientific articles. Randomized clinical trials assessing the efficiency of different RT methodologies for ACL rehabilitation were included. **Results:** Recovery from ACL injuries was more efficient through open kinetic chain exercises and eccentric exercises. Cross-education, however, yielded divergent results, with some cases showing significant outcomes and others not. Regarding training intensity, high-intensity exercises demonstrated superior results compared to low-intensity ones in the recovery process. **Conclusion:** Rehabilitation is multifaceted, and recovery approaches should be individualized for each patient. Exercise adaptation in terms of intensity, progression, and resistance is crucial, ensuring an effective and safe recovery.

Keywords: Resistance training, Anterior Cruciate Ligament, rehabilitation.

1- Academics from the Bachelor's Degree in Physical Education at Fag University Center.

2- Master in Health Sciences from the State University of Campinas, and a professor at Fag University Center.

1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é o que gera estabilidade do joelho, realizando a rotação interna da tíbia e a estabilidade anterior. Isso ocorre em pacientes idosos, atletas, mulheres e homens, normalmente é corrigido com a cirurgia (MATSUMOTO *et al*, 2001; SAKAME *et al*, 1997). A lesão desse ligamento é uma das mais comuns, mais de 120.000 lesões de LCA ocorrem a cada ano nos Estados Unidos, principalmente durante os anos do ensino médio e da faculdade, pelo fato da iniciação precoce no esporte, visando o alto rendimento nos esportes (GORNITZKY *et al*, 2015). Lesões no joelho em atletas do ensino médio correspondem a 60% das cirurgias relacionadas a esportes. (INGRAM *et al*, 2008) De acordo com alguns estudos, as lesões no LCA podem representar 50% de todas essas lesões no joelho. (RISBERG *et al*, 2004). O custo para a realização da cirurgia é aproximado de US\$ 10.326 para reconstrução do LCA (dólares americanos do ano de 2006) (GARRETT *et al*, 2006).

Após a lesão é relatado dor, edema, sensação de instabilidade, desconforto ao caminhar e perda da amplitude de movimento. Para saber o estado clínico do joelho, exames físicos são realizados por médicos, testando todas as estruturas do joelho lesionado comparando com um joelho saudável, assim diagnosticando uma lesão. O tratamento cirúrgico tem a intenção de promover a restauração da função do ligamento, o período mais apropriado para se realizar o tratamento é variado, por conta de cada lesão, no caso de lesões mais sérias a cirurgia é realizada dentre 4 a 6 semanas após a lesão (KJAER *et al*, 2003).

A reabilitação após a cirurgia do ligamento anterior, é realizado individualmente, por ser um quadro individual podendo ser de alto risco, gerando instabilidade e levando a cirurgia (Grau III) ou baixo risco (Grau I, II). Em baixo risco o tratamento é executado de forma mais conservadora. Já em alto risco a cirurgia é fundamental, após a cirurgia seguindo as recomendações de um médico uma das principais coisas a serem feitas é a fisioterapia, assim podendo agilizar a volta das atividades diárias, e chegando ao fortalecimento com o treinamento resistido (PINHEIRO, 2015).

Um dos métodos utilizados para a melhora da reabilitação é o treinamento resistido (TR) por sua resposta no desenvolvimento muscular. O treinamento resistido também favorece a saúde em geral, a melhora das capacidades atléticas e aspectos estéticos (AABERG, 1999). Além disso, o TR possui um dos papéis mais importantes na parte de

reabilitação de lesões, tendo em vista que proporciona aumento de força, aumento da estabilidade articular, aumento da amplitude de movimento e melhora na resistência muscular (AABERG, 1999). Para que seja possível desfrutar de seus benefícios por completo é necessário que o TR seja utilizado de forma correta.

Para dar início ao TR, o indivíduo que passou pela reconstrução de LCA, deve primeiramente realizar fisioterapia, que será recomendada pelo médico. Em seguida, para uma melhora no desenvolvimento muscular, ganho de força, amplitude de movimento e resistência, o indivíduo deve prosseguir com seu tratamento com o TR junto a um profissional especializado na área da reabilitação. Muitos métodos como exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, educação cruzada, exercícios excêntricos, intensidade de carga podem ser utilizados durante o TR e sua utilização pode levar a uma evolução na dor, força, resistência e mobilidade do indivíduo. Portanto, o objetivo desse estudo é verificar quais são as metodologias de treinamento resistido que são eficientes na reabilitação do LCA após a realização da cirurgia de reconstrução.

2 MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão sistematizada da literatura realizada através de métodos explícitos e sistemáticos para identificação, seleção e avaliação crítica de artigos científicos. Para realizar a pesquisa dos artigos, foram utilizadas duas bases de dados, MEDLINE via PUBMED e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Os descritores utilizados para a busca de artigos foram: ("*resistance training*" OR "*anterior cruciate ligament*") AND ("*rehabilitation*"). Para esta revisão foram incluídos artigos publicados na língua portuguesa e língua inglesa sem restrição de tempo para a publicação.

Os critérios de inclusão foram: estudos clínicos randomizados, estudos que compararam o efeito do treinamento resistido de cadeia cinética fechada e cadeia aberta para a frouxidão do joelho, exercícios contralaterais realizados nos membros inferiores operados, efeitos do treinamento excêntrico precoce após a reconstrução do LCA, treinamento de alta intensidade comparado aos de baixa intensidade nos extensores do joelho e na recuperação da função do joelho, a educação cruzada na melhora da força do quadríceps após a reconstrução do LCA. Já os métodos de exclusão foram: estudos observacionais, estudos publicados em congressos, estudos de revisão de literatura,

estudos da marcha (caminhada) dos indivíduos operados, estudos voltados a ganho de força nos músculos isquiotibiais, ganho de força em saltos, estudos sobre variações (tronco, quadril e tornozelo) que influenciam a lesão no joelho e estudos que usam recursos ergogênicos (ex: joelheiras). O procedimento de seleção de artigos para revisão foi realizado nas seguintes etapas: análise dos títulos, análise dos resumos e análise dos textos na íntegra. Para diminuir possíveis vieses de seleção, cada estudo foi lido por dois revisores (CAT e VVMP) e uma decisão mútua foi realizada para definir se os estudos atendiam os critérios de inclusão. Qualquer discordância entre os revisores foi decidida por consenso ou por um terceiro revisor (AGF).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foram encontrados 43 artigos que atenderam aos critérios de inclusão. Posteriormente, através da triagem pela leitura dos títulos, 17 artigos foram escolhidos para a leitura de seus resumos e, por fim, 8 artigos foram selecionados para a leitura completa. O processo de seleção dos artigos está detalhado na figura 1. Dentre esses 8 artigos, três artigos utilizaram cadeia cinética aberta e fechada no treinamento resistido em função da frouxidão do joelho e seus extensores (MORRISSEY *et al*, 2000; MORRISSEY *et al*, 2002; BARCELLONA *et al*, 2015); dois artigos analisaram a educação cruzada nas fases iniciais e tardias do pós-operatório e na melhora da força do quadríceps (HARPUT *et al*, 2019; ZULT 2019), dois artigos avaliaram os efeitos dos exercícios excêntricos progressivo precoce na estrutura, tamanho e função muscular após a reconstrução de LCA (GERBER *et al*, 2007; GERBER *et al*, 2009) e um artigo estudou o treinamento resistido de alta e baixa intensidade nos extensores do joelho (BIELER *et al*, 2014) A tabela 1 apresenta um resumo dos principais resultados encontrados.

Figura 1 – Fluxograma ilustrando o processo de seleção dos artigos

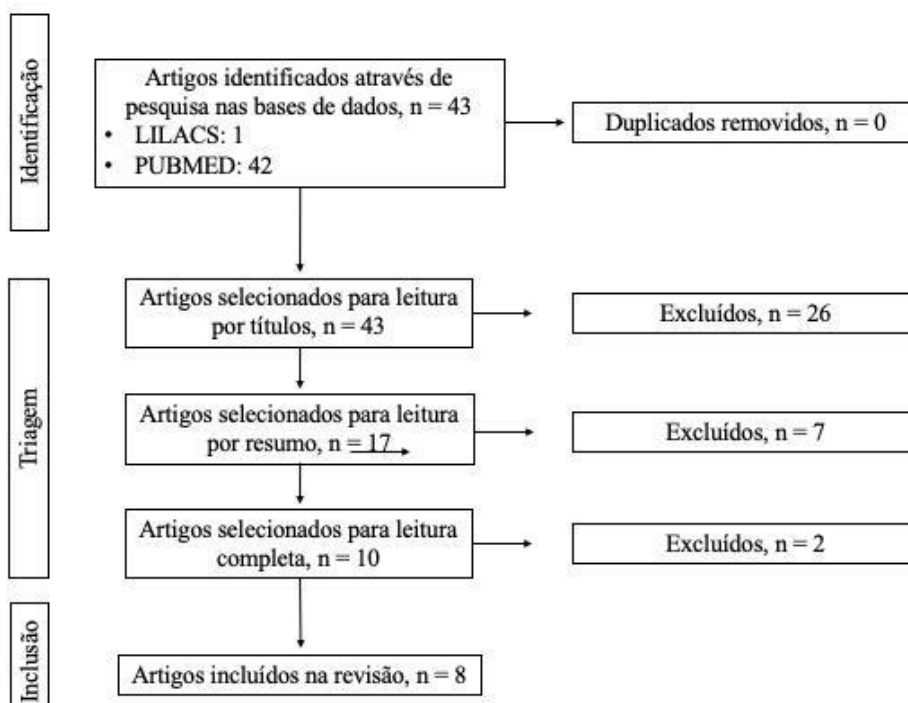


Tabela 1 - Resumo dos principais resultados encontrados

Estudo	Amostra	Intervenção	Resultado
Morrissey <i>et al.</i> (2000)	36 indivíduos no P.O (29 homens e 7 mulheres) idade média de 30 anos.	Foram treinados durante 4 semanas com TR com exercícios de CCA e CCF para os extensores do joelho, três vezes por semana.	O TR em exercícios de CCA trazem bastante preocupação e insegurança na hora da realização do treinamento, comparado aos exercícios de CCF. Então a aplicação de CCA no período inicial após a cirurgia não é recomendada.
Morrissey <i>et al.</i> (2002)	43 pacientes em recuperação da cirurgia de reconstrução do LCA (34 homens, 9 mulheres) idade média 29 anos.	A dor no joelho foi medida na 2ª e 6ª semana após a cirurgia de reconstrução do LCA. Durante contrações isométricas máximas dos extensores do joelho. Entre as sessões de teste, os participantes treinaram 3 vezes por semana usando resistência CCA ou CCF dos extensores do joelho e quadril como parte da fisioterapia.	O treinamento de CCA ou CCF não aponta piora nas dores do joelho. A frouxidão do joelho e a função não são afetadas de maneira diferente pelo treinamento CCA e CCF dos extensores do joelho e do quadril. Ambos os métodos de treinamento podem ser usados com sucesso no período inicial após a cirurgia de reconstrução do LCA
Gerber <i>et al.</i> (2007)	Três semanas após a reconstrução do LCA, 40 pacientes foram aleatoriamente designados para um programa que envolveu doze semanas de exercícios excêntricos ou um protocolo de reabilitação padrão.	O programa de treinamento foi iniciando três semanas após a cirurgia e foi composto por 3 fases. Fase I (2-3 semanas) exercícios com ênfase em alcançar a extensão completa do joelho. Fase II (2-3 meses) Treinamento de endurance (ciclismo, simulador de escadas, etc.); TR com ênfase em baixa intensidade e múltiplas repetições, gradualmente substituídas por séries com maior intensidade e menos repetições. Fase III (3-6 meses) progressão	A adição de exercício excêntrico progressivo implementado três semanas após a cirurgia de LCA induziu um ganho de força e aumento na musculatura maior do que a reabilitação padrão, ao mesmo tempo que preserva a estabilidade do joelho.

		para corrida e exercícios pliométricos avançados; treinamento avançado de fortalecimento e exercícios funcionais para preparar o indivíduo para o retorno total à atividade/esportes.	
Gerber <i>et al.</i> (2009)	40 com idade entre 18 a 50 anos de idade que realizaram cirurgia de LCA	A partir de três semanas após a cirurgia de LCA os pacientes foram designados a um protocolo de doze semanas de exercícios excêntricos, foram separadas por procedimento cirúrgico, sexo e idade	O treinamento excêntrico após três semanas da cirurgia mostrou mudanças estruturais nos quadríceps e no glúteo máximo que superam consideravelmente as condições alcançadas com um protocolo padrão de reabilitação. O sucesso dessa intervenção pode ser atribuído à exposição gradual e progressiva do trabalho negativa, assim levando a produção do aumento de força.
Bieler <i>et al.</i> (2014)	50 indivíduos (31 M/ 19 F) com idade entre 18-45 anos que realizaram cirurgia de reconstrução de LCA.	Divididos aleatoriamente para dois grupos TR de alta intensidade (20-8RM) ou TR de baixa intensidade (30-20 RM) entre a semana 8 e 20 da reabilitação.	O grupo que realizou o TR de alta intensidade ganhou mais potência após as 20 semanas de intervenção quando comparado com o grupo que realizou TR de baixa intensidade. Não houve diferença entre os grupos com relação à frouxidão ligamentar.
Barcellona <i>et al.</i> (2015)	58 indivíduos com lesão de LCA, sem passarem por cirurgia, foram randomizados para um dos três grupos de treinamento (duração de 12 semanas)	Os indivíduos foram separados e três grupos, sujeitos alocados ao grupo 1, também conhecido como grupo padrão, realizaram o protocolo de reabilitação padronizado sem a inclusão de TR para extensor do joelho em CCA sentado. Sujeitos do grupo 2, também conhecido como grupo BAIXO, realizaram o mesmo protocolo padrão com a adição de TR de extensor do joelho em cadeia cinética aberta sentado	O TR em CCA dos extensores do joelho em carga de 2 series de 20RM levaram uma redução na frouxidão do LCA. O estudo mostra que a intervenção cirúrgica é mais indicada para o tratamento. O TR pode ser útil para reduzir complicações secundárias associadas a lesão do LCA.

		na perna lesionada, com duas séries de 20 repetições máximas (RM), no dispositivo de treinamento de extensor do joelho sentado. Sujeitos do grupo 3, também conhecido como grupo ALTO, realizaram o protocolo padrão de reabilitação com a adição do TR para extensores do joelho em cadeia cinética aberta	
Harput <i>et al.</i> (2019)	Foram incluídos 48 indivíduos que realizaram a cirurgia de reconstrução LCA.	Divididos aleatoriamente para três grupos após completarem 4 semanas da cirurgia. ECC, ECE e reabilitação convencional. Todos os grupos seguiram os mesmos protocolos de reabilitação. E seguiram um protocolo de 8 semanas de treinamento isocinético para o joelho não lesionado.	A força do quadríceps de ambos os joelhos foi maior nos grupos de ECC e ECE em comparação ao GC durante as semanas 12 e 24 após a cirurgia. O fortalecimento excêntrico e concêntrico dos membros saudáveis melhorou a recuperação da força do quadríceps do membro reconstruído. A educação cruzada deve ser aplicada principalmente no início da reabilitação da reconstrução LCA.
Zult <i>et al.</i> (2019)	Participaram pacientes entre 18 e 60 anos idade com ruptura unilateral do LCA com/sem ressecção meniscal parcial.	Os pacientes foram testados antes da cirurgia do LCA e em 5 semanas, 12 semanas e 26 semanas após a cirurgia. Os pacientes foram randomizados para um dos dois grupos: tratamento padrão ou tratamento padrão mais educação cruzada.	A Educação Cruzada como adjuvante ao tratamento padrão não melhorou os resultados da reabilitação da LCA nas semanas 5, 12 e 26 pós-cirurgia.

CCA: Cadeia Cinética Aberta; CCF: Cadeia Cinética Fechada; LCA: Ligamento Cruzado Anterior; P.O: Pós-operatório; TR: Treinamento Resistido; ECC: Educação Cruzada Concêntrica; ECE: Educação Cruzada Excêntrica;

Três estudos verificaram a influência de exercícios em Cadeia Cinética Aberta (CCA) e Cadeia Cinética Fechada (CCF) (MORRISSEY *et al*, 2000; MORRISSEY. *et al*, 2002; BARCELLONA *et al*, 2015). Estudo de Morrissey *et al*. (2000) aponta que exercícios em CCA em comparação com a CCF para extensores do joelho podem ser mais prejudiciais ao LCA rompido ou reconstruído, tendo em vista que o exercício em CCA causa maior tensão no LCA do que o exercício em CCF. No mesmo sentido, Morrissey *et al*, (2002), afirma que o exercício resistido de CCA causa mais dor no joelho do paciente do que exercícios de CCF. Os estudos mostraram que o TR em CCF não piora as dores no joelho, mas não melhora a frouxidão e a sua função do joelho. Uma explicação para a falta de diferenças na alteração da frouxidão entre esses dois regimes de treinamento diz respeito à questão de se esses exercícios realmente diferem em sua tensão no LCA. O treinamento em CCA dos extensores do joelho é mais estressante para o LCA do que o exercício em CCF. Estudos futuros podem ser capazes de evitar esse problema potencial com o uso de treinamento isocinético ou isométrico.

Estudo realizado por Barcellona *et al*, (2015) investigou o efeito de diferentes cargas de TR em CCA para extensores do joelho em 12 semanas. Após 12 semanas de TR em CCA para extensores do joelho, exercícios realizados em baixa intensidade (20RM) levaram uma redução na frouxidão do ligamento cruzado anterior, porém os resultados não são tão relevantes. O grupo STAND treinou de acordo com um protocolo de reabilitação padronizado. Os sujeitos nos grupos LOW e HIGH treinaram da mesma forma que o grupo STAND, mas com a adição de TR em CCA sentados com cargas de 2 séries de 20 RM e 20 séries de 2RM, respectivamente. O grupo LOW demonstrou uma redução de 5mm na frouxidão anterior do joelho entre o início e o teste de 12 semanas, quando comparado aos grupos HIGH e STAND. Especificamente, a frouxidão do joelho treinado-não treinado diminuiu em média cerca de 5 mm no grupo LOW, enquanto permaneceu a mesma nos outros dois grupos. Essa redução na frouxidão não parece oferecer vantagens funcionais significativas a curto prazo quando comparada a um protocolo de reabilitação padrão. Esses resultados indicam que a frouxidão do joelho pode até ser reduzida com o TR dos músculos da coxa. Esses resultados sugerem que o TR de CCA, na intensidade correta, pode levar a uma redução na frouxidão do joelho em casos de lesão do LCA. Portanto, podemos afirmar que o TR de CCA e CCF podem ser úteis na prevenção de futuras lesões, mas tem pouco resultado na melhora da função e frouxidão do LCA após cirurgia de reconstrução.

A educação cruzada, no contexto da cirurgia de reconstrução do LCA, é uma abordagem específica de reabilitação que se concentra no fortalecimento e treinamento da perna não operada (ou membro contralateral) como parte do processo de recuperação. Esta abordagem tem como objetivo principal melhorar a função, a força muscular e a estabilidade na perna não operada, acredita-se que isso possa beneficiar a perna operada e promover uma recuperação mais eficaz (HARPUT *et al*, 2019). Nesse sentido, dois artigos examinaram o papel da educação cruzada na reabilitação após cirurgia de LCA (HARPUT *et al*, 2019; ZULT *et al*, 2019). O estudo de Harput *et al*, (2019) analisou o efeito do treinamento específico para o quadríceps da perna não operada em 48 indivíduos que realizaram a cirurgia de reconstrução LCA. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em três grupos após completarem quatro semanas após a cirurgia: Educação Cruzada Concêntrica (ECC), Educação Cruzada Excêntrica (ECE) e grupo controle. Todos os grupos seguiram o mesmo programa de reabilitação pós-cirúrgica para o membro reconstruído. Os dois grupos experimentais (ECC e ECE) seguiram oito semanas de treinamento isocinético para o joelho não lesionado, com uma frequência de 3 dias por semana. Esse estudo indicou que a educação cruzada teve um impacto positivo na recuperação pós-cirurgia de LCA. Os grupos que receberam educação cruzada (concêntrica e excêntrica) demonstraram uma significativa melhoria na força dos quadríceps em comparação com o grupo controle. O ganho de força foi de 28% e 31% nos grupos com educação cruzada, em relação ao grupo controle.

Por outro lado, o estudo realizado por Zult *et al*, (2019) que foi realizado com 43 pacientes com ruptura unilateral do LCA com/sem ressecção meniscal parcial. O estudo incluiu pacientes que passaram por uma reconstrução do LCA. O grupo experimental passou por um programa de treinamento de força no quadríceps da perna não operada após a cirurgia do LCA. O foco deste treinamento foi na perna não afetada, buscando a chamada educação cruzada para melhorar a função do joelho. Esses pacientes foram divididos em dois grupos: o grupo experimental, composto por 22 pacientes, e o grupo controle, composto por 21 pacientes, ambos os grupos receberam o tratamento padrão após a cirurgia do LCA. O grupo experimental participou de um programa de treinamento de força no quadríceps da perna não operada. Esse treinamento ocorreu durante as semanas 1-12 após a cirurgia. Esse período pós-cirúrgico é crítico para a reabilitação do joelho. Não houve um efeito significativo da educação cruzada na reabilitação após cirurgia de LCA. Ambos os grupos (educação cruzada e controle) apresentaram uma

queda de 12% na função autorrelatada do joelho 5 semanas após a cirurgia, seguida por uma melhoria de 15% após 26 semanas da cirurgia.

Estudos de Gerber *et al*, (2007) e (2009), ambos artigos do mesmo autor, estudaram os efeitos dos exercícios excêntricos progressivo precoce na estrutura, tamanho e função muscular após a reconstrução de LCA. No estudo de 2007, foram selecionados 40 pacientes. Os pacientes foram aleatoriamente designados para o programa de TR de exercícios excêntricos ou um programa de reabilitação padrão, que foi realizado em 12 semanas. E ele nos traz os resultados que o TR excêntrico implementado três semanas após a reconstrução do LCA pode induzir mudanças estruturais nos músculos quadríceps e glúteo máximo que excedem significativamente aquelas alcançadas com um protocolo de reabilitação padrão. O sucesso dessa intervenção pode ser atribuído à exposição gradual e progressiva ao trabalho negativo por meio do exercício excêntrico, o que, em última instância, leva à produção de alta força muscular. Já no estudo de 2009, foram selecionados 40 pacientes de 18 a 50 anos que passaram pela reconstrução do LCA, e então foram divididos em dois grupos de 20 pacientes, o primeiro grupo recebeu exercícios excêntricos precocemente e o outro grupo recebeu a reabilitação padrão. Desta forma foi comparado o grupo da reabilitação padrão, as melhorias no volume dos músculos quadríceps femoral e glúteo máximo na extremidade inferior afetada foram significativamente maiores no grupo de exercícios excêntricos, nos músculos quadríceps femoral e glúteo máximo a melhoria do volume foi de 23,3% e 20,6% respectivamente no grupo de exercícios excêntricos; e de 13,4% e 11,6% no grupo da reabilitação padrão. Conclui-se que os resultados do estudo comparativo desses grupos foram em aumentos maiores no volume e na função dos músculos quadríceps femoral e glúteo máximo para o grupo excêntrico.

O estudo Bieler *et al*, (2014) incluiu um total de 50 participantes, sendo 31 homens e 19 mulheres, que foram escolhidos para dois grupos: treinamento resistido de alta intensidade TRH (n = 24) e treinamento resistido de baixa intensidade TRL (n = 26). Esses grupos foram desenvolvidos na semana 8 e continuaram até a semana 20 após a continuidade do LCA. Isso permite avaliar a eficácia de dois tipos de reabilitação em um período crítico pós-cirúrgico. Programa de Reabilitação Padronizado (20 Semanas) inicialmente, todos os participantes foram submetidos a um programa de reabilitação padronizado de 20 semanas, iniciado imediatamente após a cirurgia. Esse programa focou na melhoria do dor pós-operatória, redução do inchaço, aumento da amplitude de movimento e fortalecimento muscular. Isso é fundamental no período pós-cirúrgico

imediatamente para preparar o paciente para uma reabilitação posterior, Treinamento Neuromuscular e Funcional (Semana 4). A partir da semana 4, os participantes participaram de um programa supervisionado em grupo, com foco em treinamento neuromuscular, funcional e específico para esportes. Isso é importante para restaurar a funcionalidade do joelho e preparar o paciente para atividades esportivas e cotidianas. Treinamento com Pesos Progressivos (Semana 8). O programa de treinamento com pesos progressivos começou 8 semanas após a cirurgia. Isso permitiu que os pacientes se recuperassem melhor antes de iniciar o treinamento resistido. A resistência foi aumentada à medida que os pacientes ganhassem força, garantindo uma progressão segura. Exercícios Realizados em Velocidade Lenta. Os exercícios de treinamento com pesos foram realizados em velocidade lenta para garantir um controle total do movimento. Isso é crucial para evitar lesões adicionais e promover uma técnica adequada. O aumento gradual da carga durante o treinamento resistido foi personalizado para cada paciente. Isso é importante, especialmente após uma cirurgia de sobrevivência do LCA, para evitar sobrecarga e garantir uma recuperação segura. A diferença entre os grupos TRH e TRL, com o TRH mostrando uma recuperação mais eficaz da potência muscular, destaca a importância de considerar a intensidade do treinamento na reabilitação pós-cirúrgica. Além disso, não foram observados efeitos adversos na frouxidão articular, o que sugere que o programa de treinamento foi seguro para os participantes. Esses métodos são relevantes para orientar a prática clínica na reabilitação de pacientes após a lesão do LCA.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reabilitação após cirurgia de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é um processo intrínseco que envolve uma série de decisões importantes para melhorar a recuperação dos pacientes. O objetivo desse estudo é verificar quais são as metodologias de treinamento resistido que são eficientes na reabilitação do LCA após a realização da cirurgia de reconstrução. As principais metodologias de TR utilizadas foram: exercícios em CCA e CCF, exercícios de educação cruzada, exercícios que priorizaram a fase excêntrica e exercícios realizados em alta e baixa intensidade.

A escolha entre exercícios em Cadeia Cinética Aberta (CCA) e Cadeia Cinética Fechada (CCF) é um ponto crucial na reabilitação do LCA. Os exercícios no CCA podem impor uma maior tensão no LCA reconstruído em comparação com os exercícios realizados em CCF. O TR de CCA e CCF pode ser útil na prevenção de futuras lesões, mas tem pouco resultado na melhora da função e frouxidão do LCA após cirurgia de reconstrução. Quanto à educação cruzada, ainda não há um consenso sobre sua efetividade, portanto sua implementação deve ser realizada com cautela e adaptada às necessidades individuais.

Os exercícios excêntricos, quando aplicados precocemente após a cirurgia de LCA, mostraram melhorias estruturais e de força muscular significativas. Além disso, o treinamento com pesos progressivos, quando realizado com cuidado e progressão adequada, parece ser uma abordagem eficaz para melhorar a função muscular e a recuperação do joelho. A individualização da reabilitação é fundamental, uma vez que cada paciente pode responder de maneira diferente aos métodos de tratamento. Portanto, os planos de reabilitação devem ser adaptados com base nas necessidades específicas e em progresso de cada paciente. A intensidade e a progressão do treinamento desempenham um papel crítico na eficácia da reabilitação. É essencial aumentar gradualmente a resistência e a intensidade dos exercícios, sempre respeitando os limites de segurança. No entanto, é importante considerar que a recuperação do LCA é multifacetada, e as abordagens de reabilitação devem ser personalizadas para garantir uma recuperação eficaz e segura.

REFERÊNCIAS

AABERG, E. **Conceitos e técnicas para treinamento resistido**. 1ª edição brasileira. Dallas, Texas: Manole LTDA, 2002.

ARLIANI, GG; ASTUR, DC; KANAS, M; KALEKA, CC; COHEN, M. Lesão do ligamento cruzado anterior: tratamento e reabilitação. Perspectivas e tendências atuais. 47. ed. **Revista Brasileira Ortopédica**, 2012.

BARCELLONA MG; MORRISSEY MC; MILLIGAN P; CLINTON M; AMIS AA. The effect of knee extensor open kinetic chain resistance training in the ACL-injured knee. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc** 23, 2015.

BIELER T; SOBOL NA; ANDERSEN LL; KIEL P; LØFHOLM P; AAGAARD P; MAGNUSSON SP; KROGSGAARD MR; BEYER N. The Effects of High-Intensity versus Low-Intensity Resistance Training on Leg Extensor Power and Recovery of Knee Function after ACL-Reconstruction". **BioMed Research International**, vol. 2014.

GARRETT WE; SWIONTKOWSKI MF; WEINSTEIN JN. American Board of Orthopaedic Surgery Practice of the Orthopaedic Surgeon: Part-II, certification examination case mix. **J Bone Joint Surg Am** 2006.

GERBER JP; MARCUS RL; DIBBLE LE; GREIS PE; BURKS RT; LASTAYO PC. Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Structure After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **The Journal of Bone & Joint Surgery** ed. 89, March 2007.

GERBER JP; MARCUS RL; DIBBLE LE; GREIS PE; BURKS RT; LASTAYO PC. Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Size and Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 1-Year Follow-up Study of a Randomized Clinical Trial. **Physical Therapy**, Volume 89, Issue 1, 1 January 2009.

GORNITZKY AL; LOTT A; YELLIN JL; FABRICANT PD; LAWRENCE JT; GANLEY TJ. Sport-specific yearly risk and incidence of anterior cruciate ligament tears in high school athletes: a systematic review and meta-analysis. **Am J Sports Med** 2015.

HARPUT G; ULUSOY B; YILDIZ TI; DEMIRCI S; ERASLAN L; TURHAN E; TUNAY VB. Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc** 27, 68–75 (2019).

INGRAM JG, FIELDS SK, YARD EE, COMSTOCK RD. Epidemiology of Knee Injuries among Boys and Girls in US High School Athletics. **The American Journal of Sports Medicine**, 2008.

KAEDING CC; LÉGER-ST-JEAN, B; MAGNUSSE, RA. Epidemiology and diagnosis of anterior cruciate ligament injuries. **Clin Sports Me.** 2017 Jan;36(1):1-8.

KJAER M; ZEBIS MK; ANDERSEN LL; BENCKE J; AAGAARD P. Identification of Athletes at Future Risk of Anterior Cruciate Ligament Ruptures by Neuromuscular Screening. **Am J Sports Med** 2003.

LUBOWITZ, JH; APPLEBY, D. Cost-effectiveness analysis of the most common orthopaedic surgery procedures: knee arthroscopy and knee anterior cruciate ligament reconstruction. **Arthroscopy**. 2011 Oct; 27.

MATSUMOTO H; SUDA Y; OTANI T; NIKI Y; SEEDHOM BB; FUJIKAWA K. Roles of the anterior cruciate ligament and the medial collateral ligament in preventing valgus instability. **J Orthop Sci** 2001.

MORRISSEY MC; DRECHSLER WI; MORRISSEY D; KNIGHT PR; ARMSTRONG PW; MCAULIFFE TB. Effects of Distally Fixated Versus Nondistally Fixated Leg Extensor Resistance Training on Knee Pain in the Early Period After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, **Physical Therapy**, Volume 82, Issue 1, 1 January 2002.

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** Art 8, (2000).

PINHEIRO. A. **Lesão do ligamento cruzado anterior: apresentação clínica, diagnóstico e tratamento**. 23. ed. Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia, 2016.

RISBERG MA; LEWEK M; SNYDER-MACKLER L. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? **Phys Ther Sport** 2004.

SAKANE M; FOX RJ; WOO SL; LIVESAY GA; LI G; FU FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. **J Orthop Res** 1997.

ZULT T; GOKELER A; VAN RAAY JJAM; BROUWER RW; ZIJDEWIND I; FARTHING JP; HORTOBÁGYI T. Cross-education does not improve early and late-phase rehabilitation outcomes after ACL reconstruction: a randomized controlled clinical trial. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc** 27, (2019).