



**CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Kleane da Silva Lima**

**A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO NO PÓS OPERATÓRIO  
DAS LESÕES LIGAMENTARES DE JOELHO: UMA REVISÃO DE LITERATURA.**

**FORTALEZA**

**2021**

**KLEANE DA SILVA LIMA**

A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO NO PÓS OPERATÓRIO DAS  
LESÕES LIGAMENTARES DE JOELHO: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Artigo apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Educação Física do Centro Universitário Fametro- UniFametro como requisito para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador (a): M.e Jurandir Fernandes Cavalcante

FORTALEZA

2021

Kleane da Silva Lima

A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO NO PÓS OPERATÓRIO DAS  
LESÕES LIGAMENTARES DE JOELHO: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Artigo apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Educação Física do Centro Universitário Fametro- UniFametro como requisito para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador (a): M.e Jurandir Fernandes Cavalcante

Avaliado em:

BANCA AVALIADORA

---

Prof. M.e Jurandir Fernandes Cavalcante

---

Prof. M.e Bruno Feitosa Policarpo

---

Prof. M.e José Ribamar Ferreira Junior

# A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO NO PÓS OPERATÓRIO DAS LESÕES LIGAMENTARES DE JOELHO: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

<sup>1</sup>Kleane da silva lima

<sup>2</sup>Jurandir Fernandes Cavalcante

## RESUMO

As lesões ligamentares são bastante comuns nas atividades esportivas, principalmente aquelas onde o membro inferior é recrutado com frequência, usando de movimentos rápidos como rotação do joelho e mudanças de direção. O rendimento dos atletas costuma cair em torno de 40 a 55% após a lesão e conseqüentemente favorecendo uma intervenção cada vez mais precoce para o retorno desse atleta de forma rápida e eficaz. O agachamento é um exercício de cadeia cinética fechada que atua na musculatura do membro inferior, enfatizando a contração do quadríceps e dos ísquios tibiais. Comumente é usado na reabilitação de lesões no esporte, principalmente lesões na articulação do joelho. Desta forma, torna-se necessário observar na presente literatura estudos que mostrem a influência do agachamento no pós operatório das lesões ligamentares. Trata-se de uma pesquisa de revisão da literatura. O período para o desenvolvimento da pesquisa e coleta foi de janeiro de 2020 a junho de 2021. As bases de dados utilizadas para coleta foram Scielo, PEDro e PUBMED, foram aceitos ensaios controlados randomizados, , séries de casos e relato de caso de 2014 até o presente momento. Não houve restrições de idiomas. Um revisor (KL) extraiu independentemente os dados sobre o desenho do estudo, participantes, intervenções e resultados. Desacordos sobre os resultados da extração de dados foram resolvidos por consenso. Participaram da revisão estudos que contemplem perguntas clínicas relacionadas a influência do exercício de agachamento nas lesões ligamentares no joelho de indivíduos ativos. Foram selecionados estudos que incluíram indivíduos que pratiquem qualquer modalidade esportiva, do sexo masculino ou feminino com 18 anos ou mais, que estejam no pós-operatório imediato ou tardio de lesões ligamentares do joelho e recebam a intervenção do exercício de agachamento com os termos de busca: Squat/Agachamento, Ligamentar injury/Lesão Ligamentar, Postoperative/Pós operatório, Exercise/Exercício, Surgery/Cirurgia, Athlet/Atleta. Os termos foram pesquisados em inglês e/ou português na plataforma PUBMED e na plataforma SCIELO sozinhos e em combinações

na pesquisa. Quaisquer desfechos mensurados foram relatados na presente revisão. De 212 resumos de estudos, 08 foram selecionados para leitura completa. 03 estudos foram excluídos com razões comuns para exclusão incluindo intervenção errada e população de pacientes errada. 05 estudos foram selecionados para a atual revisão, que analisou a influência do agachamento em indivíduos ativos com 18 anos ou mais do sexo feminino ou masculino que estejam no pós-operatório de lesões ligamentares. A força muscular foi relatada em todos os estudos, porém a biomecânica foi discutida somente em um. O agachamento apresentou resultados satisfatórios em todos os estudos. Podemos concluir que com a revisão que o agachamento traz resultados satisfatórios como intervenção, sendo assim, útil para reabilitação de atletas em fase pós-operatória ligamentar, respeitando sempre o limite fisiológico do atleta e do ligamento operado.

**Palavras-Chave:** Pós-Operatório; Ligamento; Agachamento; Reabilitação; Exercício

## **ABSTRAT**

Ligament injuries are quite common in sports activities, especially those where the lower limb is frequently recruited, using rapid movements such as knee rotation and changes in direction. The performance of athletes tends to drop around 40 to 55% after the injury and consequently favoring an increasingly early intervention for the return of this athlete quickly and effectively. The squat is a closed kinetic chain exercise that acts on the lower limb musculature, emphasizing the contraction of the quadriceps and tibial ischium. It is commonly used in the rehabilitation of sports injuries, particularly knee joint injuries. Thus, it is necessary to observe in the present literature studies that show the influence of squatting in the postoperative period of ligament injuries.

This is a literature review research. The period for the development of the research and collection was from January 2020 to June 2021. The databases used for collection were Scielo, PEDro and PUBMED, randomized controlled trials, case series and case reports from 2014 to the present moment. There were no language restrictions. One reviewer (KL) independently extracted data on study design, participants, interventions and outcomes. Disagreements about data extraction results were resolved by consensus. Studies that address clinical questions related to the influence of the squat exercise on ligament injuries in the knee of active individuals participated in the review. Studies were selected that included individuals who practice any sport, male or female aged 18 years or older, who are in the immediate or late postoperative period of knee ligament injuries and receive the squat exercise intervention with the search terms: Squat/Squat, Ligament injury/ Ligament Injury, Postoperative/Postoperative, Exercise/Exercise, Surgery/Surgery, Athlet/Athlete. The terms were searched in English and/or Portuguese on the PUBMED platform and on the SCIELO platform alone and in combinations in the search. Any measured outcomes were reported in this review. Of 212 study abstracts, 08 were selected for full reading. 03 studies were excluded with common reasons for exclusion including wrong intervention and wrong patient population. 05 studies were selected for the current review, which analyzed the influence of the squat on active individuals aged 18 years or older, female or male, who are in the postoperative period of ligament injuries. Muscle strength was reported in all studies, but biomechanics was discussed in only one. The squat showed satisfactory results in all studies. We can conclude that with the review that the squat brings satisfactory results as an intervention, therefore, it is useful for the rehabilitation of athletes in the postoperative ligament phase, always respecting the physiological limits of the athlete and the operated ligament.

Key words: Postoperative; Ligament; Squat; Rehabilitation; Exercise

## 1 INTRODUÇÃO

As lesões ligamentares são bastante comuns nas atividades esportivas, principalmente aquelas onde o membro inferior é recrutado com frequência, usando de movimentos rápidos como rotação do joelho e mudanças de direção. A modalidade praticada pode favorecer um tipo de lesão específica, como por exemplo lesão dos ligamentos colaterais ou cruzados, e que totalizam mais de 250.000 casos por ano (PAPALIA, 2020).

O rendimento dos praticantes de esportes costuma cair em torno de 40 a 55% após a lesão e conseqüentemente favorecendo uma intervenção cada vez mais precoce para o retorno desse atleta de forma rápida e eficaz. O retorno para o rendimento inicial pode ser afetado por vários motivos, não somente biomecânicos, mas também psicossociais, como aposentadoria precoce e uma oportunidade de se dedicar mais a outras áreas da vida (ASTUR, 2016).

Os pacientes são comumente aconselhados a se submeter a cirurgia de reconstrução visando restaurar a estabilidade, minimizando maiores danos aos meniscos e cartilagem articular, e prevenindo lesões maiores na articulação do joelho. No entanto, de acordo com Gobbi (2006) nem todos são capazes de retornar ao esporte ou conseguir o mesmo desempenho após a cirurgia.

A vista disso, formulou-se o processo investigativo se o exercício de agachamento (EA) é uma ferramenta eficaz, de fato, para uma melhor e mais segura reabilitação de indivíduos pós operados de lesões ligamentares.

Apoiado na hipótese da eficácia do EA na articulação do joelho, é sabido que conseguimos enfatizar sua influência na musculatura do quadril e joelho, bem como definir os graus de amplitude do exercício, obtendo assim diferentes ganhos dependendo do objetivo principal, e que por se tratar de um exercício de cadeia cinética fechada (CCF), parece ser um exercício bastante seguro para pacientes com enxerto ligamentar.

Por conseguinte, o objetivo do presente estudo se dá em analisar a eficácia do EA em pacientes pós operados de lesões ligamentares, bem como investigar os métodos de aplicação do exercício (carga, amplitude, repetições) e sua segurança e aceitação pelos pacientes.

A atual revisão da literatura é relevante, já que o EA faz parte de um programa de condicionamento utilizado em atletas de vários esportes, como futebol, atletismo, basquete e afins. É considerado um movimento funcional, já que, este mesmo padrão de mobilidade

(flexionando e estendendo as articulações do quadril, joelho e tornozelo) é usado em muitas atividades diárias, executado com ou sem carga. (ESCAMILLA,2001; CLARK 2012).

Mesmo com a robustas informações, continua desafiador a seleção de exercícios na pós-reconstrução do LCA, sabendo que ainda há o conhecimento limitado da quantidade ideal de estresse que deve ser aplicada ao enxerto do LCA à medida que ele passa por sua incorporação inicial e eventual processo de maturação.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Características Ligamentares**

Com o aumento da expectativa de vida e o maior interesse na prática esportiva, eleva-se a incidência de lesões do aparelho locomotor, especialmente as lesões ligamentares do joelho e, entre elas, a principal é a do ligamento cruzado anterior (LCA). Quanto à estrutura histológica, a maioria das células dos tendões e ligamentos são formadas por colágeno e fibroblastos, sendo estruturas vascularizadas e inervadas, apresentam características viscoelásticas que podem interferir na estabilidade articular (Pereira, 2008).

Safran e seus colaboradores (1999) já afirmavam que os ligamentos têm três funções principais, Primeiro, eles fornecem informações proprioceptivas para a função articular, as cápsulas articulares e os ligamentos são ricamente inervados e possuem muitos órgãos terminais proprioceptivos. A ruptura dos ligamentos pode abalar essa função proprioceptiva. Em segundo lugar, os ligamentos contribuem para a estabilidade da função articular, evitando movimentos excessivos. À medida que o fêmur (superfície arredondada) se move sobre a tíbia (superfície plana), a contribuição da anatomia óssea para a estabilidade diminui, enquanto a contribuição dos ligamentos para a estabilidade do joelho aumenta proporcionalmente. Terceiro, os ligamentos do joelho atuam como guias para direcionar o movimento, funcionando como rédeas de um cavalo, guiando sua direção e impedindo movimentos em outros planos.

Além de sua função mecânica na manutenção da estabilidade do joelho, microscopicamente, os ligamentos são compostos por estruturas nervosas especializadas, conhecidas como mecanorreceptores. Esses convertem a energia física originada pelo estímulo tensional em um impulso nervoso, o qual será interpretado pelo sistema nervoso central, controlando o tônus muscular e os reflexos, informando o posicionamento e o movimento articular, dando a sensação somática relativa de posição estática e dinâmica. (MORENO, 2005)

Os mecanorreceptores portanto, influenciam diretamente no controle neuromuscular do joelho (Moses & Orchard, 2012). A deficiência do ligamento causa diminuição parcial da comunicação com o sistema nervoso e altera o controle motor espinal e supraespinal. As

mudanças na estratégia de controle motor podem revelar alterações na propriocepção, controle postural, força muscular, movimento e padrões de recrutamento. Portanto, uma lesão ligamentar pode ser considerada uma disfunção neurofisiológica e não uma simples lesão musculoesquelética periférica (MELICK et al., 2016).

### **Protocolos de reabilitação ligamentar**

Protocolos iniciais para reabilitação dos ligamentos do joelho favoreciam a imobilização com o objetivo de proteger o membro afetado, mas com o avanço da ciência, foi observado problemas relacionados a rigidez articular com a imobilização, com isso vários fatores comumente aparecem no pós cirúrgico ligamentar, como diminuição da funcionalidade, edema e dor no joelho, amplitude de movimento reduzida, fraqueza do quadríceps, e desadaptações biomecânicas, essas características podem ser responsáveis pela queda do desempenho e precisam ser sanadas quanto antes com estratégias eficazes. O prognóstico é um fator importante para recuperar a força do quadríceps. A força do quadríceps diminui inicialmente após a reconstrução do LCA. Anteriormente, acreditava-se que uma diminuição na força pode ser atribuída à imobilização temporária da perna lesionada, mas hoje em dia, a maior parte da reabilitação dos protocolos começa imediatamente após a cirurgia (GOKELER, 2013).

Protocolos acelerados mais focados no movimento que permitam precocemente um ganho na amplitude de movimento (ADM) e suporte de peso imediato tornaram-se mais amplamente aceitos nos tratamentos atuais. Também não é evidente que uma lesão levará automaticamente a um retorno ao nível de atividade anterior à lesão, Pesquisas recentes como a de Arden (2014) mostram que 35% dos atletas após lesão do LCA não retornam ao nível de esporte pré-lesão dentro de 2 anos.

O tratamento inicial da articulação lesada é aplicar gelo e compressão suave para controlar o inchaço, muletas podem ser usadas para auxiliar a locomoção. O joelho deve ser avaliado por um médico para ver quais ligamentos estão rompidos e para ter certeza de que outras estruturas, como tendões, artérias, nervos, não foram afetadas. As radiografias são tiradas para descartar uma fratura. Às vezes, uma ressonância magnética é necessária, mas geralmente o diagnóstico pode ser feito por exame físico. Se nenhuma estrutura diferente do LCA for lesada, o joelho geralmente recupera a amplitude de movimento e fica sem dor após seis ou oito semanas. O joelho geralmente parece “normal”. No entanto, é um joelho frágil, com diminuição sensório-motora. Se um joelho não tiver um LCA, ele pode ceder ou ficar instável quando a pessoa girar ou mudar de direção. O atleta geralmente pode correr para frente sem problemas,

mas quando ele ou ela faz um movimento de rotação rápido, o joelho tende a ceder e cair. Esse movimento anormal pode danificar os meniscos ou a cartilagem articular e causar mais problemas nos joelhos, como por exemplo, osteoartrose.(KENDALL, 2000)

Somando ao estudo de Yabroudi & Irrgang (2012) é percebido que os objetivos que devem ser alcançados no pós operatório imediato, independente da gravidade da lesão ou do tipo de enxerto, são esses: a ênfase no aumento da ADM precoce, preservação da função do quadríceps, e progressão das atividades funcionais respeitando os limites do ligamento e as propriedades de cicatrização de tecidos. Da mesma forma que Toutoungi et al. (2000) nos trouxe a hipótese que, treinar o agachamento na faixa funcional entre 0 e 50 graus de flexão do joelho pode ser apropriado para muitos pacientes de reabilitação do joelho. O pós operatório precisa ser otimizado, mas também assertivo, para que não haja re-lesão devido à baixa resistência do enxerto, o tensionamento impróprio do novo ligamento pode levar ao insucesso da reconstrução. Da mesma forma, Westin (2011) e Paterno (2012) mostram que em média 3 a 22% dos atletas rerruptura o ligamento reconstruído e 3 a 24% rompem o LCA contralateral nos primeiros 5 anos após o LCA.

A reabilitação pode promover um retorno bem-sucedido as atividades esportivas pré-lesão. Profissionais seguem alguns critérios de reabilitação de progressão na reabilitação baseado na sua experiência clínica e queixas do paciente. Há uma heterogeneidade substancial nos protocolos de reabilitação ligamentar disponíveis online e na literatura científica (GREENBERG, 2018; VALLE 2018).

Duas semanas após a cirurgia, a maioria dos pacientes está andando em superfícies planas, sem mancar. Normalmente, uma bicicleta ergométrica pode ser usada no primeiro dia pós-operatório. Os pacientes podem estar em uma piscina após suas suturas serem removidas em 2 semanas. Quando o joelho tem uma gama completa de movimento (geralmente em seis a oito semanas), exercícios de fortalecimento muscular são feitos. Aos quatro meses, correr é permitido com uma cinta esportiva. Competições esportivas completas são permitidas quando a força retornou, geralmente entre 6-8 meses. A recuperação total leva aproximadamente um ano. Critérios para quando permitir que o progresso não é padronizado e os especialistas discordam a escolha de acompanhamento relatado pelo paciente e medidas de resultados com base no desempenho (KENDALL, 2000). Há nenhum acordo sobre os critérios-chave que devem ser atendidos antes de voltar a atividade (ANDRADE et al., 2020).

Na revisão de Andrade et al., (2020) é relatado que a qualidade dos protocolos na reabilitação pós-operatória do LCA é boa, mas todos mostraram aplicabilidade ruim. A mobilização imediata do joelho e o treinamento de força / neuromuscular devem ser usados. O

movimento passivo contínuo e a órtese funcional devem ser evitados. É sugerido que abordagens de reabilitação devam ser padronizadas para orientar a prática clínica (o que os profissionais devem fazer / não fazer) e evitar uma má interpretação. Depois de implementar protocolos de reabilitação, é importante avaliar até que ponto pode ser atingidos sub grupos de indivíduos e identificar deficiências que requerem ajustes finos geralmente variando entre pacientes.

### **O agachamento como uma ferramenta promissora**

O EA é um dos principais exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) do membro inferior, exercendo prioritariamente a contração do quadríceps e dos ísquios tibiais. Comumente é usado na reabilitação de lesões no esporte, principalmente lesões na articulação do joelho.

Trypuc (2018) cita que o EA gera forças baixas a moderadas de cisalhamento anterior na articulação, durante 0 a 60 graus de flexão de joelho devido a estabilidade dos ligamentos cruzados, as forças de compressão patelar aumentam simultaneamente com os graus de flexão, atingindo valores máximos próximos à flexão máxima do joelho, e essas informações chamam a atenção quanto a segurança desse exercício, porém, a atividade muscular no EA é descrita por Escamilla (2001), afirmando que o desenvolvimento dos vastos laterais e medias juntamente com os ísquios tibiais são melhores em exercícios de CCF, como no caso do agachamento, e que uma angulação superior a 70° pode minimizar a força de tração nos ligamentos cruzados.

Escamilla (2012) relatou em seu guia de seleção de exercícios que agachar com movimento excessivo dos joelhos para a frente, além dos dedos dos pés e com os calcanhares fora do chão, tende a aumentar a carga do LCA, porém, agachar e avançar com uma inclinação do tronco para frente tendem a diminuir a carga ligamentar, provavelmente devido ao aumento da atividade dos isquiotibiais. A perda funcional do membro operado é notória com atividade muscular mais baixa no início do movimento nos músculos glúteo médio e gastrocnêmio e padrões de movimento alterados mais pronunciados durante o agachamento unipodal e amplitudes de pico alteradas nos músculos quadríceps, gastrocnêmio e fibular longo nos lados lesados em comparação com os lados não lesados durante os movimentos de agachamento (Trulsson, 2016).

Yoshiya e seus colaboradores (1987), explanam que tensões demasiadas aplicada ao enxerto, leva a uma diminuição do suprimento sanguíneo e à degeneração mixóide. A partir disso, é indiscutível a atenção para a resistência do mesmo após as cargas prescritas, bem como os momentos apropriados para realizar o agachamento. (GLÓRIOS, 2001).

Embora o agachamento seja um método estabelecido para desenvolver força em todo o corpo, o agachamento parece ser um método eficaz para desenvolver a estabilidade do tronco.

O conceito de usar a instabilidade como parte do protocolo, seja para preparo físico para a saúde, condicionamento para o esporte ou exercício para reabilitação, é baseado no princípio da estabilidade do core descrito por Hibbs (2008). A hipótese primária para apoiar protocolos com foco na musculatura do tronco era isolar a contração dos músculos estabilizadores profundos do tronco. O uso de superfícies de treinamento instáveis começou a ser introduzido em grande escala na crença de que isso aumentaria a força e propriocepção nesses músculos estabilizadores. Como consequência, Anderson e Behm (2005) comprovaram maior ativação muscular nos principais músculos da coxa e do tronco ao realizar agachamentos em 2 discos de equilíbrio em comparação com exercícios sem instabilidade. A instabilidade pode ser uma estratégia incrementada em protocolos de reabilitação ligamentar, de forma supervisionada e graduada pela evolução do paciente.

Desta forma, como foi supracitado, torna-se necessário observar na presente literatura estudos que mostrem a influência do EA no pós operatório das lesões ligamentares, seja ela na biomecânica, muscular ou na esfera psicossocial, já que ainda existe uma carência na padronização da prescrição dos tipos de EA focados numa rápida recuperação e ganho de função do paciente.

### **3 METODOLOGIA**

#### **Desenho de estudo e período de coleta**

Trata-se de uma pesquisa de revisão da literatura. O período para o desenvolvimento da pesquisa e coleta foi de janeiro de 2020 a junho de 2021. As bases de dados utilizadas para coleta foram Scielo, PEDro e PUBMED, foram aceitos ensaios controlados randomizados, séries de casos e relato de caso com data de publicação dos últimos sete anos até o presente momento. Não houve restrições de idiomas.

#### **Extração de dados**

Um revisor Kleane Lima (KL) extraiu independentemente os dados sobre o desenho do estudo, participantes, intervenções e resultados. Desacordos sobre os resultados da extração de dados foram resolvidos por consenso. Se o desacordo persistir, um segundo revisor Jurandir Cavalcante (JC) foi consultado.

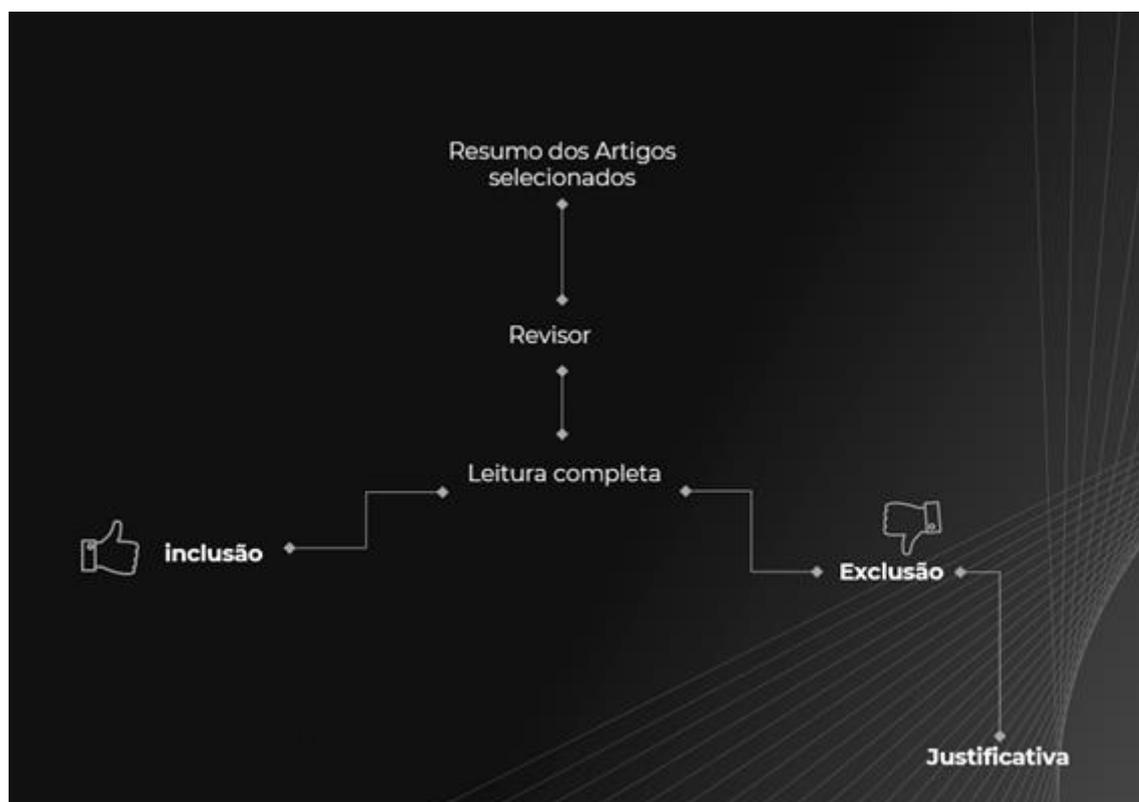
#### **Critérios de inclusão**

Participaram da revisão estudos que contemplem perguntas clínicas relacionadas a influência do exercício de agachamento nas lesões ligamentares no joelho de indivíduos

ativos. Foram selecionados estudos que incluíram indivíduos praticantes de qualquer modalidade esportiva, do sexo masculino ou feminino com 18 anos ou mais, que estejam no pós operatório imediato ou tardio de lesões ligamentares do joelho e recebam a intervenção do exercício de agachamento. Quaisquer desfechos mensurados foram relatados na presente revisão.

### **Crítérios de Exclusão**

Foram excluídos da revisão estudos que no resumo ficou claro que não atendem aos critérios acima, se não ficou claro no resumo os critérios selecionados, o artigo completo foi lido e a partir de então foi decidido a inclusão ou exclusão do mesmo. Para os estudos excluídos após a revisão do texto completo, os motivos da exclusão foram detalhados na tabela “Características dos estudos excluídos” (Figura 4).



**Figura 1.** Seleção dos estudos para a composição da revisão.

Os estudos relevantes que atenderam aos critérios de inclusão foram identificados por: Uma pesquisa por computador na PUBMED (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) e Scielo (<https://scielo.org/>). Usando os termos de pesquisa: Squat/Agachamento, Ligamentar injury/Lesão Ligamentar, Postoperative/Pós operatório, Exercise/Exercício, Surgery/Cirurgia, Reabilitação/Rehabilitation. Os termos foram

pesquisados em inglês na plataforma PUBMED e PEDro e em português na plataforma SCIELO sozinhos e em combinações na pesquisa, com truncagem entre os termos e usando AND, OR e NOT, com filtro de busca para data de publicação (2014 até o presente momento). Um revisor (KL) selecionou independentemente os estudos com os termos de pesquisas selecionados a priori e com a pergunta clínica descrita.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De 136 resumos de estudos, 06 foram selecionados para leitura completa. 02 estudos foram excluídos com razões comuns para exclusão incluindo intervenção errada e população de pacientes errada. 04 estudos foram selecionados para a atual revisão, que analisou a influência do agachamento em atletas com 18 anos ou mais do sexo feminino ou masculino que estejam no pós operatório de lesões ligamentares. A força muscular foi relatada em todos os estudos, porém a biomecânica foi discutida somente em um.



**Figura 3.** Seleção dos estudos para a revisão.

Característica dos estudos excluídos:

<b>Autor, Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Justificativa</b>
Mattacola,2002	<i>Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction</i>	População do estudo errada. Data de publicação incoerente

		com nossa pesquisa.
Santos , 2014	<i>Effects of isokinetic eccentric training on knee extensor and flexor torque and on gait of individuals with long term ACL reconstruction: A controlled clinical trial</i>	Não ficou claro se o agachamento foi abordado.
Carcia , 2012	<i>Time to peak force is related to frontal plane landing kinematics in female athletes</i>	As atletas eram saudáveis. Data de publicação incoerente com nossa pesquisa.

**Tabela 1.** Estudos excluídos e justificativa após a leitura do texto completo.

Os 05 estudos selecionados avaliaram a real influência do agachamento, na biomecânica, ou na ativação muscular, bem como suas principais indicações.

Autor, Ano	Título	Tipo de estudo	Conclusão
Jacopetti, 2016	Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: a case control study	Caso controle	“A recuperação atualmente completa da força explosiva simétrica parece ser um parâmetro importante para avaliar o desempenho após a reconstrução do LCA e a simetria no salto oriunda do agachamento pode estar associada a um retorno adequado aos esportes.”

Horschig, 2014	Utilization of autoregulatory progressive resistance exercise in transitional rehabilitation periodization of a high school football-player following anterior cruciate ligament reconstruction: a case report	Estudo de caso	“Exercício de Resistência Progressiva Autorregulatória através do agachamento pode ser usado para aumentar a força com segurança e eficácia em populações saudáveis e indivíduos em recuperação de lesões durante ciclos de treinamento de curto prazo.”
Lowe, 2018	The Use of Hamstring Fatigue to Reduce Quadriceps Inhibition After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction	Ensaio clínico	O grupo ACLr mostrou significativamente ( $p = 0,010$ ) maior ativação central do quadríceps pós-fadiga. “O treinamento de fadiga pelo agachamento pode ser usado como uma estratégia de reabilitação para restaurar a função normal do quadríceps na articulação do joelho após a reconstrução do LCA.”
Kinikli, 2014	The effect of progressive eccentric and concentric training on functional performance after autogenous hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled study	Ensaio Clínico	“Os resultados funcionais dos exercícios como agachamento, em termos de teste de salto vertical ( $p = 0,012$ ), teste de salto único para distância ( $p = 0,027$ ), e questionário ACL-QOL ( $p = 0,000$ ) demonstrou melhora significativamente maior no grupo de estudo.”

Trulsson, 2015	Altered movement patterns and muscular activity during single and double leg squats in individuals with anterior cruciate ligament injury	Estudo longitudinal	Correlações foram encontradas entre os padrões de movimento alterados específicos e o desvio da atividade muscular na transição da flexão do joelho para a extensão no agachamento unilateral. ( $p = 0.001$ ). Como conclusão o agachamento é útil para correção dos padrões alterados como uma ferramenta de avaliação.
----------------	---	---------------------	---

**Tabela 2.** Característica dos estudos selecionados, bem como Data de publicação, desenho do estudo e conclusão.

Dos estudos incluídos na revisão, dois são ensaios clínicos (Lowe, 2018; Kinikli 2014) comparando o exercício de agachamento (uni ou bilateral) isolado ou somado a outros exercícios a diferentes estratégias de ativação muscular.

Um estudo (Trulsson) é caracterizado por um desenho longitudinal avaliando a correlação entre os padrões de movimento do agachamento no joelho lesado e a atividade muscular deficiente. Os outros dois estudos são de caso controle e estudo de caso, respectivamente (Jacopetti, 2016; Horschig, 2014), onde Jacopetti (2016) estudo se a força explosiva simétrica em movimento que inclui agachamento pode ser um parâmetro importante para avaliar o desempenho após a reconstrução do LCA, e se a simetria do salto está relacionada ou não com o retorno do paciente ao esporte. Horschig (2014) por sua vez, estudou se Exercício de Resistência Progressiva Autorregulatória através do agachamento pode ser usado para aumentar a força com segurança e eficácia em populações saudáveis e indivíduos em recuperação de lesões.

A presente revisão traz como pergunta a influência do agachamento no pós operatório de lesões ligamentares em atletas. Os resultados revelados apontam que o agachamento é um exercício bastante eficaz tanto no pós operatório de lesões ligamentares quanto para a prevenção das mesmas. No estudo de Lowe e Dong (2018), é relatado que pacientes pós cirúrgicos apresentam importante inibição de quadríceps femoral, e através da fadiga induzida pelo agachamento pode-se restaurar com maior precisão a força muscular e diminuindo a carga excêntrica nos ísquios tibiais.

Corroborando com Jacopetti, Pasquini e Costantino (2016) que constata a importância da força completa de explosão nos atletas de futebol que é reduzida no membro afetado, bem como a simetria e harmonização dos saltos, que são oriundos de uma boa execução de agachamento, que nos leva a refletir sobre uma abordagem de gestos esportivos e sub grupos

de tratamento específicos, já que o estudo de Jacopetti (2016) evidenciou possível correlação entre simetria do salto e retorno ao esporte. O agachamento vem a ser aprimorado nesses indivíduos não somente para força e hipertrofia muscular, mas também para um aprendizado de neuro motricidade. Melick e seus colaboradores (2016) provaram que a lesão ligamentar é de fato neurofisiológica e devido a grande quantidade de receptores nos ligamentos, a comunicação da articulação com a medula é retardada, favorecendo outras lesões ligamentares ou em estruturas adjacentes como meniscos, nervos ou vasos sanguíneos, por isso é recomendado uma devida atenção a proteção articular oriunda do sistema nervoso e a preservação das comunicações proprioceptivas dos ligamentos com a medula.

Hartmann, Wirth e Klusemann (2013) observaram que as maiores forças compressivas patelofemoral durante o agachamento são em ângulos de flexão de joelho à 90°, e mostra a importância de limitar a angulação durante o movimento, minimizando as forças de compressão e o stress ligamentar, vale observar o feedback do paciente durante a execução, como dor ou inchaço após induzir angulações de 90° graus de flexão durante o agachamento com ou sem carga. Não somente como uma ferramenta para aumento de força, Trulsson (2015) apontou que o EA serve também para parâmetros avaliativos nos padrões de movimentos (alterados ou inalterados) entre o membro lesado e sadio, bem como sua força muscular.

Para Fukubayashi et al, a principal função do LCA é prevenir o deslocamento anterior da tíbia em relação ao fêmur. Sabe-se que em cadeia fechada (agachamento), o fêmur se mover sobre a tíbia, Beynnon et al (1997), colocaram um transdutor no ligamento cruzado anterior de humanos e quantificaram a tensão exercida no LCA durante o movimento do joelho. A tensão era aumentada de acordo com a extensão do joelho, independentemente do tipo de movimento (cadeia cinética fechada ou cadeia aberta), comprovando que a excentricidade do agachamento precisa de cuidados para que não haja danos ao enxerto, evitando extensões bruscas no retorno do movimento.

Em relação a prescrição de cargas e repetições, para fadiga com objetivo de aumento da força do quadríceps, Lowe (2017) realizou um agachamento a cada dois segundos, sem carga, até que fosse percebido um esforço pela avaliação de esforço percebido (EPR) de 15 pontos e sua frequência cardíaca for de aproximadamente 150 batimentos por minuto. Kinikli (2014) usou para progressão, 1 repetição máxima (RM) que foi definido como o peso que pode ser levantado através de uma amplitude de movimento definida, não mais do que uma vez. Exercício de treinamento progressivo excêntrico e concêntrico foi iniciado com aproximadamente 5% de 1 RM que os pacientes podiam levantar com a perna não lesionada e

progrediu a cada semana gradualmente 50% de 1 RM até o 16º pós-operatório semana. Os pacientes foram solicitados a realizar 2-3 séries, com 2-3 minutos de recuperação entre as séries.

Para o aumento de força com segurança e eficácia, Horschig (2014) usou uma primeira série que consistiu em 12 repetições a 50% das 10 estimadas de RM. Após um período mínimo de descanso de 2 minutos, a primeira série foi seguida por 10 repetições a 75% dos mesmos 10 RM estimadas. Durante o terceiro set, as 10 RM antecipadas foram elevadas até a falha.

Vale ressaltar que mais estudos com melhores qualidade metodológicas, controlados e randomizados precisam ser realizados para que possamos afirmar com maior precisão a influência do exercício de agachamento na articulação pós operada, bem como as repetições e cargas, e de fato, quantificar seu papel na reabilitação ligamentar.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo pôde resumir a atual influência do EA no pós operatório de atletas, bem como as precauções do exercício e principais séries e cargas. Podemos concluir que o estudo obteve um resultado satisfatório para as condutas que tiveram o agachamento como principal intervenção. Sendo assim, é apoiado o uso do mesmo como uma ferramenta de alto potencial para indivíduos em retorno do pós operatório ligamentar, respeitando os limites individuais e com devida atenção ao feedback e sintomatologia do paciente.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Renato et al. How should clinicians rehabilitate patients after ACL reconstruction? A systematic review of clinical practice guidelines (CPGs) with a focus on quality appraisal (AGREE II). **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 9, p. 512-519, 2020.

ASTUR, Diego Costa et al. Lesões do ligamento cruzado anterior e do menisco no esporte: incidência, tempo de prática até a lesão e limitações causadas pelo trauma. **Revista brasileira de ortopedia**, v. 51, n. 6, p. 652-656, 2016.

ARDERN, Clare L. et al. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 21, p. 1543-1552, 2014.

BARBER-WESTIN, Sue D.; NOYES, Frank R. Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review. **The Physician and sportsmedicine**, v. 39, n. 3, p. 100-110, 2011.

BEYNNON, Bruce D. et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension: a comparison of an open and a closed kinetic chain exercise. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 6, p. 823-829, 1997.

CLARK, Dave R.; LAMBERT, Mike I.; HUNTER, Angus M. Muscle activation in the loaded free barbell squat: a brief review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 4, p. 1169-1178, 2012.

ESCAMILLA, Rafael F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 33, n. 1, p. 127-141, 2001.

ESCAMILLA, Rafael F. et al. Biomecânica do joelho durante exercícios de cadeia cinética fechada e cadeia cinética aberta, **Medicine & Science in Sports & Exercise**: April 1998 - Volume 30 - Issue 4 - p 556-569

ESCAMILLA, Rafael F. et al. ACL strain and tensile forces for weight bearing and non—weight-bearing exercises after ACL reconstruction: a guide to exercise selection. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 42, n. 3, p. 208-220, 2012.

FUKUBAYASHI, Toru et al. An in vitro biomechanical evaluation of anterior-posterior motion of the knee. Tibial displacement, rotation, and torque. **The Journal of bone and joint surgery. American volume**, v. 64, n. 2, p. 258-264, 1982.

GOKELER, Alli et al. Quadriceps function following ACL reconstruction and rehabilitation: implications for optimisation of current practices. **Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy**, v. 22, n. 5, p. 1163-1174, 2014.

GOBBI, Alberto; FRANCISCO, Ramces. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 14, n. 10, p. 1021-1028, 2006.

GÓRIOS, Carlos et al. Estudo da rigidez do ligamento cruzado anterior do joelho e dos enxertos para sua reconstrução com o ligamento patelar e com os tendões dos músculos semitendíneo e grácil. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 26-40, 2001.

HARTMANN, Hagen; WIRTH, Klaus; KLUSEMANN, Markus. Análise da carga na articulação do joelho e coluna vertebral com mudanças na profundidade do agachamento e carga de peso. **Medicina do esporte**, v. 43, n. 10, pág. 993-1008, 2013.

HIBBS, Angela E. et al. Optimizing performance by improving core stability and core strength. **Sports medicine**, v. 38, n. 12, p. 995-1008, 2008.

JACOPETTI, Marco; PASQUINI, Andrea; COSTANTINO, Cosimo. Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: a case control study. **Acta Biomed**, v. 87, n. 1, p. 76-80, 2016.

KIRKENDALL, Donald T.; GARRETT, William E. The anterior cruciate ligament enigma: injury mechanisms and prevention. **Clinical Orthopaedics and Related Research** (1976-2007), v. 372, p. 64-68, 2000.

KINIKLI, Gizem Irem et al. The effect of progressive eccentric and concentric training on functional performance after autogenous hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled study. 2014.

KUROSAKA, Masahiro; YOSHIYA, Shinichi; ANDRISH, Jack T. Comparação biomecânica de diferentes técnicas cirúrgicas de fixação de enxertos na reconstrução do ligamento cruzado anterior. **The American Journal of Sports Medicine** , v. 15, n. 3, pág. 225-229, 1987.

LOWE, Timothy; DONG, Xuanliang Neil. The use of hamstring fatigue to reduce quadriceps inhibition after anterior cruciate ligament reconstruction. **Perceptual and motor skills**, v. 125, n. 1, p. 81-92, 2018.

MOSES, Bassam; ORCHARD, John; ORCHARD, Jessica. Systematic review: annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. **Research in Sports Medicine**, v. 20, n. 3-4, p. 157-179, 2012.

MORENO, Carlos Tadeu et al. Mecanorreceptores dos ligamentos cruzados do joelho. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 40, n. 9, p. 534-541, 2005.

VAN MELICK, Nicky et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 24, p. 1506-1515, 2016.

PATERNO, Mark V. et al. Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. **Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine**, v. 22, n. 2, p. 116, 2012.

PAPALIA, Rocco et al. Bone bruises in anterior cruciate ligament injured knee and long-term outcomes. A review of the evidence. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 6, p. 37, 2015.

PEREIRA JÚNIOR, Edgard dos Santos et al. Características morfológicas, histoquímicas e imunoistoquímicas dos tendões dos músculos semitendíneo e grácil: estudo comparativo entre os sexos. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 43, n. 5, p. 193-202, 2008.

TOUTOUNGI, D. E. et al. Cruciate ligament forces in the human knee during rehabilitation exercises. **Clinical biomechanics**, v. 15, n. 3, p. 176-187, 2000.

TRYPUC, Alexandria A. Effects of Knee Sleeves on Knee Mechanics During Squats at Variable Depths. 2018.

TRULSSON, Anna et al. Altered movement patterns and muscular activity during single and double leg squats in individuals with anterior cruciate ligament injury. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2015.

YABROUDI, Mohammad A.; IRRGANG, James J. Rehabilitation and return to play after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. **Clinics in sports medicine**, v. 32, n. 1, p. 165-175, 2012.