

Intervenção Combinada para Reabilitação do Quadríceps Pós-Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior.

Combined Intervention for Quadriceps Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

Terapia Combinada na Recuperação do Quadríceps Pós-LCA.

Adriana Lucia Pastore e Silva<sup>1</sup>, Maria Isabel Barbosa da Silva<sup>2</sup> (N9015D2),  
Carolina Sousa Brum<sup>2</sup> (N736BF-2)

Maria Isabel Barbosa da Silva  
Rua Joana de Sousa Alves nº19, Bairro dos Casa, São Bernardo do Campo, SP  
(11) 932116947  
maria.silva2925@aluno.unip.br

1- Fisioterapeuta, Doutora em Ciências do Sistema Musculoesquelético pelo IOT HC FMUSP; Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP)  
2- Graduanda do Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP)

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA**  
**INTERDISCIPLINAR**

NOME	RA	REGIME*	CAMPUS
Maria Isabel Barbosa da Silva	N9015D2	Tutelado	Anchieta
Carolina Sousa Brum	N736BF-2	Tutelado	Anchieta

\*Regular ou Tutelado

Orientador: Adriana Lucia Pastore e Silva.

Título do trabalho: Intervenção Combinada para Reabilitação do Quadríceps Pós-Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior.

Tipo de trabalho:           ( X ) REVISÃO           (   ) PESQUISA DE CAMPO

Tipo de apresentação:   ( X ) BANNER           (   ) TEMA LIVRE

	Nota Orientador	Nota Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
<b>Banner</b>	10,0 <i>Adriana Lucia Pastore e Silva</i> Adriana Lucia Pastore e Silva Fisioterapeuta Crédito 3 / 51683-F	10	9,0	9,0

	Nota Orientador	Média Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
<b>Tema Livre</b>				

---

Coordenação do Curso de Fisioterapia

## RESUMO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é necessário para a estabilidade articular do joelho, sendo sua lesão muito frequentes em esportes que envolvem saltos, giros e mudanças bruscas de direção. Este estudo teve como objetivo analisar a importância da fisioterapia na reabilitação das lesões do LCA, do momento da fase pré-operatória até o retorno às ocupações funcionais e esportivas. Refere-se de uma revisão bibliográfica de caráter descritivo e qualitativo, executada desde a análise de artigos publicados entre 2015 e 2025 nas bases PeDRO, PubMed, Jospit e Minha Biblioteca.com.br. Foram incluídos estudos que abordaram condutas fisioterapêuticas aplicadas à reabilitação do LCA, com foco em exercícios de fortalecimento muscular, prática proprioceptivo, controle motor, treino funcional e uso da eletroneuroestimulação. Havendo como resultado: Estudos demonstram que a fisioterapia é essencial para a melhora da estabilidade articular, diminuição da dor e do edema, aumento da força muscular e prevenção de recaídas. A eletroneuroestimulação destacou-se como forma eficaz na ativação do quadríceps, auxiliando na cautela da atrofia muscular, no controle da dor e no desenvolvimento da função motora nas etapas iniciais da reabilitação. Conclui-se que a ação fisioterapêutica precoce, singularizada e embasada em protocolos atualizados e evidências científicas é indispensável para o realização do tratamento das lesões do LCA, promovendo uma reabilitação segura, eficaz e o retorno condizente às práticas esportivas e funcionais.

**Descritores:** Ligamento Cruzado Anterior, Fisioterapia, Reabilitação, Propriocepção, Eletroneuroestimulação.

## **ABSTRACT**

The anterior cruciate ligament (ACL) is essential for the joint stability of the knee, and its injury is very common in sports that involve jumping, pivoting, and sudden changes of direction. This study aimed to analyze the importance of physical therapy in the rehabilitation of ACL injuries, from the preoperative phase to the return to functional and sports activities. It is a descriptive and qualitative literature review based on the analysis of articles published between 2015 and 2025 in the databases PeDRO, PubMed, JOSPT, and MinhaBiblioteca.com.br. Studies addressing physiotherapeutic approaches applied to ACL rehabilitation were included, focusing on muscle strengthening exercises, proprioceptive training, motor control, functional training, and the use of neuromuscular electrical stimulation. The results showed that physical therapy is essential for improving joint stability, reducing pain and edema, increasing muscle strength, and preventing relapses. Neuromuscular electrical stimulation stood out as an effective method for quadriceps activation, helping to prevent muscle atrophy, control pain, and promote motor function development during the initial stages of rehabilitation. It is concluded that early, individualized physical therapy intervention, supported by updated protocols and scientific evidence, is indispensable for the treatment of ACL injuries, promoting safe and effective rehabilitation and an appropriate return to sports and functional activities.

**Descriptors:** Anterior Cruciate Ligament, Physiotherapy, Rehabilitation, Proprioception, Electroneurostimulation.

## INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) sendo o principal responsável pela estabilidade anterior do joelho, e restritor secundário a sua estabilidade rotacional e do estresse em varo e valgo. É o segundo ligamento mais sujeito a lesão no joelho, especialmente este praticantes de esportes que envolvem o movimento de giro do corpo sobre o joelho, tais como basquete, futebol, handebol e vôlei .<sup>1</sup>

No Brasil, o esporte mais popular é o futebol e esses traumas acontecem comumente quando o atleta tenta parar ou mudar a direção. Em outros esportes, o impacto acontece ao aterrissar de um salto ou trauma em hiperextensão.<sup>1</sup>

As lesões e reconstruções do LCA promovem atrofia e debilidade do músculo quadríceps que podem persistir, sugerindo a falta de reabilitação mais eficazes.<sup>2</sup>

Atualmente, a cirurgia de reconstrução do LCA é o procedimento padrão comum em pacientes ativos com rotura desse ligamento, usando-se técnica artroscópica. Para remediar o LCA lesionado, pode-se utilizar o autoenxerto ou o enxerto sintético. Os auto enxertos mais usados, sendo retirados do membro inferior ipsilateral à lesão, do terço central do tendão patelar ou dos tendões do semitendíneo e grácil. O desuso do auto enxerto dos isquiotibiais ou do autoenxerto em si, é a frouxidão ou a falência do enxerto devido à cicatrização lenta ou mal propícia. Já o desuso de usar um autoenxerto do tendão patelar é a taxa mais alta de artrofibrose e dor anterior no joelho (tendinite patelar).<sup>3</sup>

O LCA é formado por dois feixes, posterolateral e Antero medial, que se começa no côndilo externo do fêmur e avançam pela parte anterior da eminência intercondilar da tíbia dentro da fossa intercondilar. Esse ligamento tem uma grande responsabilidade na estabilidade do joelho, controlando o movimento rotacional e contendo a translação anterior da tíbia em relação ao fêmur. Por possuir essenciais funções de firmamento, esse ligamento acaba sendo frágil a lesões. Os mecanismos gerais de lesões no LCA em geral, não envolvem queda ou contato direto e costumam ocorrer por conta da rotação interna do fêmur sobre a tíbia, agregados ou não ao valgismo, e em algumas situações devido a hiperextensão do joelho.<sup>3</sup>

O momento mais correto para examinar o joelho e logo após a lesão, realizar o exame no momento da lesão acaba evitando a interferência de espasmos musculares e de derrame excessivo. Durante o processo de anamnese os pacientes relatam que no momento em que ocorre a lesão, ouviram um estalido e sentem como se a articulação do joelho estivesse “saindo do lugar”. Na inspeção nota-se um derrame articular próprio de uma hemartrose, ou seja, um sangramento que ocorre dentro ou ao redor da articulação, gerado pela lesão do ligamento e da sinóvia que o recobrem. Podendo haver dúvida, o diagnóstico pode ser provado por exames de imagem, o padrão ouro é a ressonância magnética.<sup>3</sup>

Além do edema articular, ocorrem distúrbios dos tecidos periarticulares, inibição da musculatura pela dor e hipotrofia muscular, levando a um enfraquecimento da musculatura do membro. Como consequência, após a rotura do LCA, a articulação do joelho torna-se instável e existe uma imediata e persistente fraqueza muscular, principalmente do músculo quadríceps, fazendo com que o indivíduo fique incapacitado em questão do controle das forças em atividades diárias.<sup>3</sup>

As lesões do LCA com o tratamento cirúrgico tornou-se o exemplar para restaurar a função do joelho lesionado e as taxas de reconstrução do LCA aumentaram consideravelmente nas últimas duas décadas. Os benefícios entendidos do reparo do LCA, como preservação da propriocepção, menos dificuldades e retorno prévio ao esporte, despertaram atualmente um interesse renovado. A órtese interna do ligamento LCA tem expandido o interesse atualmente o ajuste primário artroscópico do LCA com aumento sintético feito de diversas suturas de alta resistência e fixação com a âncora de sutura sem nós. O material sintético reforçado atua como um laço estrutural para apoiar o LCA enquanto ele cicatriza.<sup>4</sup>

A recuperação do LCA requer reabilitação vasta e resulta em perda relevante de tempo de atividade. A função do quadríceps é identificada como um aspecto importante da recuperação para os indivíduos após a reconstrução do LCA devido ao sua função na estabilidade do joelho e associação com muitos resultados de brevemente orientados para o paciente, incluindo desempenho funcional as taxas de retorno ao jogo.<sup>5</sup>

A utilização da estimulação elétrica para ativar a contração do músculo é extensamente aplicado em sessões de reabilitação em todo o mundo. Seja para amplificar a força muscular, advertir atrofas ou favorecer atividades funcionais, a ativação muscular eletricamente estimulada representa grande parte do que é mais regularmente conhecido como eletroterapia.<sup>6</sup>

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é a aplicabilidade de pulsos de corrente elétrica através de eletrodos ajuntados sobre a pele, e é usada na prática clínica como forma terapêutico como forma de aumento da força e da massa muscular, ademais de proporcionar o aperfeiçoamento do desempenho neuromuscular. Para sua real aplicação é necessário que o fisioterapeuta tenha conhecimento e compreenda os parâmetros físicos, tendo como exemplo, o fisioterapeuta deve manter-se consciente da duração e frequência de pulso, fase da corrente e dos posicionamentos de eletrodos.<sup>7</sup>

A EENM é a aplicação de uma corrente elétrica através da superfície da pele com o propósito de despolarizar os neurônios motores e, conseqüentemente, causar contrações musculares involuntárias causadas pela a EENM. Ela é grandemente empregada na prática clínica como modo terapêutico de ampla relevância em diversas populações com o propósito de prevenção, reabilitação, treinamento e recuperação.<sup>7</sup> Evidências apoiam a aplicabilidade EENM para aprimorar a força do quadríceps; acredita-se que há uma necessidade crítica de fornecer abordagens clínicas que realizem o uso da EENM para aprimorar a força do quadríceps dos pacientes. Ao uso da EENM á recomendações para parâmetros de configuração e dosagem para o uso efetivo da EENM.<sup>8</sup>

O objetivo do tratamento fisioterapêutico se baseia principalmente em diminuir o estado algico, controlar edema, restabelecer controle neuromuscular e recuperar a amplitude de movimento (ADM).<sup>9</sup>

No LCA é de muita importância realizar o treino de marcha, realizar exercicios terapêuticos com foco maior no fortalecimento dos isquiotibiais e exercicios em cadeia cinética fechada (CCF), como por exemplo, mini agachamentos, leg press, step-ups, flexão do joelho em pé, entre outros. Outros exercicios que podem ser efetuados, são exercicios proprioceptivos leves. Para o treino de força, é essencial lembrar que o paciente poderá realiza-los após recuperar a amplitude total do movimento. Exercicios aeróbicos também

entram no tratamento, a bicicleta ergométrica poderá ser utilizada assim que a ADM permitir. Dentro do período inicial, assim que paciente evoluir, poderá ser incluído nos exercícios terapêuticos os exercícios de cadeia cinética aberta (CCA).<sup>9</sup>

O exercício de CCA é uma prática eficaz para melhorar a função muscular na fase de reabilitação após a reconstrução do LCA.<sup>10</sup>

A finalização do tratamento, entra o exercício pliométrico. O exercício pliométrico é um exercício que facilita a melhora de força e potência do músculo mediante de ciclo-alongamento-encurtamento que refere-se de uma combinação de contração excêntrica após de uma contração concêntrica. Dentro desses exercícios podemos citar saltos, pulos interações com bolas, entre outros. Frequentemente a cinesioterapia é usada no tratamento pré e pós em lesões de LCA.<sup>11,12</sup>

A realização deste estudo justifica-se pela alta incidência de lesões do ligamento cruzado anterior e pela necessidade de estratégias eficazes para a reabilitação do quadríceps após a reconstrução. A fraqueza muscular e a demora na recuperação funcional são desafios frequentes, tornando essencial o uso de recursos que otimizem esse processo. A combinação da estimulação elétrica neuromuscular com exercícios terapêuticos mostra-se uma alternativa promissora, capaz de potencializar os resultados e favorecer o retorno seguro às atividades funcionais e esportivas.

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da intervenção combinada de Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) e exercícios terapêuticos na reabilitação do quadríceps de pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior.

## **MÉTODO**

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem descritiva, do tipo revisão bibliográfica.

A revisão bibliográfica de artigos foi considerado como critério inicial para seleção a consulta às bases de dados National Center of Biotechnology Information (PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy (Jospt), Minha Biblioteca.com.br.

O trabalho foi realizado através de artigos que foram publicados entre os últimos 10 anos (2015-2025), e redigidos nos idiomas português e inglês.

Os descritores que foram utilizados na base de dados no DeCS/MeSH são: “Physical Therapy”, “ACL”, “Anterior Cruciate Ligament Reconstruction”, “Electric Simulation Therapy”, “Quadríceps”, “Joelho”.

### **Pubmed**

“Physical Therapy” AND “ACL” AND “Anterior Cruciate Ligament Reconstruction” AND “Electric Simulation Therapy”.

### **PeDRO**

“ALC”, “Electric Simulation Therapy”.

### **Jospt**

“Electric Simulation Therapy”.

### **Minha Biblioteca.com.br**

“Quadríceps”, “Eletroterapia”, “Joelho”.

## **CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

A seleção dos estudos obedeceu aos critérios de inclusão, que abrangeram pesquisas relacionadas à reconstrução do ligamento cruzado anterior, à estimulação elétrica neuromuscular e ao fortalecimento do quadríceps. Foram considerados apenas artigos publicados nos últimos 10 anos, nos idiomas português e inglês.

## **CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO**

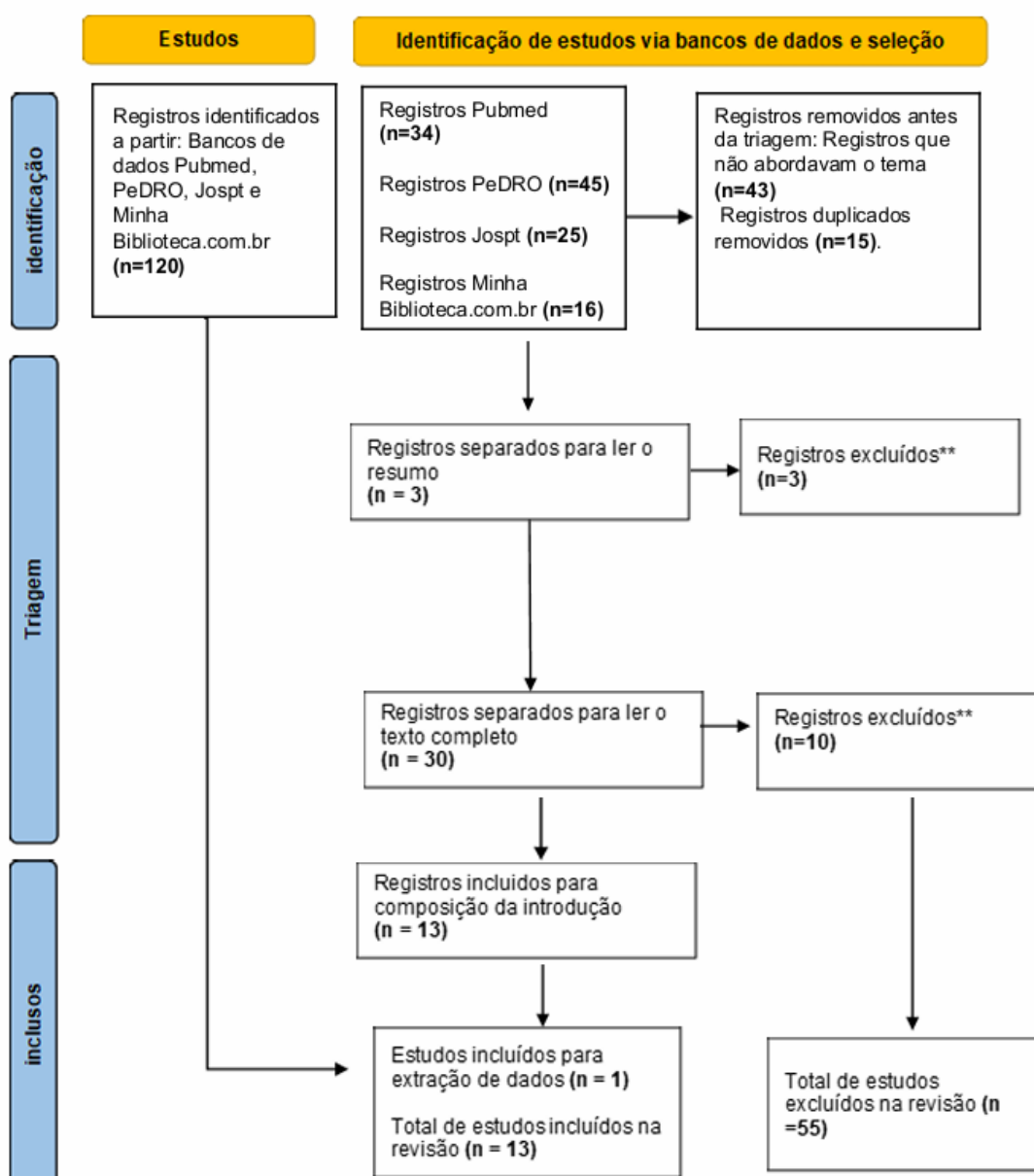
Foram excluídos trabalhos sobre intervenções não pertencentes à área da fisioterapia e estudos que não se adequam ao tema.

Os dados extraídos dos artigos selecionados foram analisados de forma interpretativa, a fim compreender os principais benefícios e aplicações do treinamento de força no contexto esportivo

## RESULTADOS

Foram encontrados um total de 120 artigos nas bases de dados PUBMED, PeDRO, Jospt e Minha Biblioteca.com.br. Após realizada leitura minuciosa dos resumos, foram selecionados 15, excluindo os duplicados ou revisão de literatura, data de publicação inferior a 2015, destes, somente 8 corresponderam aos critérios de inclusão, selecionados e colocados abaixo por ordem de seleção da base de dados descritos no quadro 1.

**Figura1.** Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Autor 2025.

**Quadro 1. Extração de dados**

<b>Autor / Ano</b>	<b>Tipo de estudo</b>	<b>Característica da Amostra</b>	<b>Tipo de Intervenção</b>	<b>Principais Variáveis Analisadas</b>	<b>Resultados Significativos</b>
Li et al <sup>13</sup> (2025).	Revisão sistemática.	Realizado o estudo com 202 pacientes, com eles 11 estudos.	Os pacientes realizaram a reabilitação física com EENM e a fisioterapia padrão em seguimento de curto e longo prazo.	Avaliou-se a recuperação e a força muscular do quadríceps, e as diferenças entre o tratamento da fisioterapia padrão com o EENM.	A revisão dos valores de FM com a reabilitação com a EENM houve uma melhora significativa no pós-operatório em relação a reabilitação padrão isolada.
Losciale et al <sup>14</sup> (2025).	Estudo transversal de caráter exploratório.	Recrutaram 47 voluntários entre 19 e 35 anos, sendo 21 com histórico de ruptura do LCA (entre 6 e 60 meses após a lesão) e 20 sem lesão. No total, 41 completaram as etapas.	Realização de duas sessões: a primeira com testes de força concêntrica e excêntrica do extensores do joelho e análise da taxa de desenvolvimento de torque; A segunda com coletas de biópsias bilaterais do músculo vasto lateral.	Avaliou a força muscular, taxa de desenvolvimento de torque, área de secção transversa de fibras, distribuição de tipos de fibras e área da matriz extracelular.	Indivíduos com lesão do LCA apresentaram menor desempenho na força e na taxa de desenvolvimento de torque em relação aos controles. Não foram verificadas diferenças entre grupos ou entre membros em relação a área de secção transversa de fibras, distribuição de fibras ou matriz extracelular.
Zhong et al <sup>15</sup> (2025).	Ensaios clínicos randomizados.	O estudo foi composto por 38 ensaios clínicos. Com 31 avaliando a força do quadríceps, 18 sendo a força do isquiotibiais e 19 na função da articulação do joelho.	A análise em rede indicou que tanto o treinamento de vibração de corpo inteiro WBVT quanto a reabilitação em ambiente aquático WR contribuíram de forma significativa para o aumento da força do quadríceps.	Avaliou-se os efeitos dos exercícios para força do quadríceps, isquiotibiais e função do joelho após a cirurgia de LCA.	Nos resultados apontaram a reabilitação em WR como a estratégia mais eficaz para promover o fortalecimento do quadríceps. Além disso, essa intervenção também apresentou os melhores resultados no ganho de força dos isquiotibiais, sendo sustentada por evidências de qualidade moderada. Em contrapartida, o treinamento por WBVT não mostrou efeito relevante na recuperação da força da articulação do joelho, com evidências

					classificadas como de qualidade muito baixa.
Shan et al <sup>16</sup> (2025).	Revisão Sistemática, meta-análise.	Realizou-se o estudo com total de 15 estudos abrangendo em 1583 pacientes, de idades variadas entre 15 a 50 anos.	Avaliação da metanálise se deu pelo grupo ES e o grupo GC. Onde o grupo ES poderia aperfeiçoar a função do membro inferior comparando-se ao grupo GC.	Os grupos ES e GC passaram por quatro testes clínicos, entre eles a amplitude de movimento, a força muscular, a escala visual analógica e a escala de Lysholm.	A utilização da estimulação elétrica como recurso complementar pode favorecer os desfechos da reabilitação da RLCA nas fases iniciais, sobretudo no fortalecimento muscular, na recuperação funcional dos membros inferiores e na percepção autorrelatada de melhora, independentemente da modalidade aplicada.
Bonanzinga et al <sup>17</sup> (2022).	Estudo de caso retrospectivo.	Análise retrospectiva de 28 jogadores de futebol profissionais submetidos a 33 reconstrução de LCA.	Nos jogadores foi realizado em 16 casos uma técnica não anatômica de feixe duplo, em 9 casos uma técnica de feixe único over-the-top, 8 casos a técnica de feixe único over-the-top mais plastia lateral.	Suas variáveis ocorrem pelos resultados clínicos a longo prazo avaliados pela escala de Lysholm, a presença de lesão meniscal, as técnicas cirúrgicas que foram usadas três técnicas diferentes e a taxa de retorno ao jogo.	No estudo de caso limitado, atletas profissionais de futebol conseguiram retornar ao esporte em alto nível após a reconstrução do LCA utilizando uma técnica com tendões isquiotibiais. No entanto, jogadores com carreiras mais longas apresentaram uma alta taxa de necessidade de novas cirurgias no joelho oposto.
Lu et al <sup>18</sup> (2020).	Estudo observacional.	Feito um estudo com total de 18.052 pacientes onde formaram grupos de RLCA internados e ambulatoriais.	No estudo correspondeu ao tipo de regime cirúrgico utilizado no RLCA, comparando-se pacientes submetidos ao procedimento em internação com aqueles operados em regime ambulatorial. Assim, a investigação buscou identificar diferenças nas taxas de	As variáveis dependentes corresponderam às complicações pós-operatórias de curto prazo (até 30 dias), incluindo: infecção do sítio cirúrgico (superficial e profunda), complicações cirúrgicas compostas, necessidade de reoperação, readmissão hospitalar e eficiência do	Em relação ao grupo de RLCA ambulatorial ocorreu um aumento de frequência de 2007 a 2017 em relação a ocorrência de RLCA hospitalar que continuou constante. Ou seja, A RLCA feita em hospital pode gerar mais complicações no curto prazo do que em regime ambulatorial, mesmo quando a internação é necessária para controle da dor ou

			complicações pós-operatórias de curto prazo entre essas duas condições.	procedimento.	cuidados médicos.
Moran et al <sup>19</sup> (2019).	Estudo piloto randomizado controlado.	O estudo contou com 10 indivíduos que foram escolhidos para o grupo quadríceps FES sincronizado e 13 indivíduos para o grupo quadríceps NMES.	Os indivíduos realizaram caminhadas por 10 min, 3 dias por semana e com um projeto de reabilitação padrão.	Realizada o estudo observando as medidas de simetria da marcha, simetria da marcha em apoio de um membro velocidade da marcha, razão de pico de força isométrico do quadríceps e simetria de pico de força entre membros.	No estudo mostrou que a estimulação do quadríceps associada à reabilitação tradicional mostrou-se uma alternativa precoce e eficaz após a cirurgia de RLCA. Em quatro semanas, a EEF apresentou melhor recuperação da força do quadríceps em comparação à EENM. Embora não tenham sido observadas diferenças na marcha entre os grupos, análises mais detalhadas de movimento podem esclarecer melhor os efeitos da técnica. Os achados iniciais indicam que novas pesquisas nessa área são justificadas.
Hauger et al <sup>20</sup> (2018).	Ensaio clínicos randomizados.	Realizado 11 estudos dividindo em dois grupos, de EENM e fisioterapia padrão.	Modelos de efeito aleatório foram empregados para combinar as estimativas resumidas por meio de diferenças médias padronizadas referentes aos desfechos de força.	Avaliou-se o benefício de EENM após a cirurgia de LCA, analisando que possa estimular a uma atrofia muscular e diminuição da função. A determinar se a EENM é eminente a fisioterapia padrão na FM e função físico.	A associação da EENM à fisioterapia convencional demonstra potencial para promover ganhos significativos na força e na função física do quadríceps no início do período pós-operatório, em comparação à aplicação isolada da fisioterapia.

**Legendas:** EENM- Estimulação Elétrica Neuromuscular; FM- Força Muscular; LCA- Ligamento Cruzado Anterior; RLCA- Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior; WBVT- Vibração de corpo inteiro; WR- meio aquático; EEF- Estimulação Elétrica Funcional; ES- Estimulação Elétrica; GC- Grupo Controle; FES- Estimulação Elétrica Funcional;

## DISCUSSÃO

Os achados desta revisão evidenciam que a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM), quando associada à fisioterapia convencional, constitui um meio competente na recuperação do quadríceps em pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA). Essa associação mostrou-se especialmente benéfica na fase inicial da reabilitação, situações em que o risco de atrofia muscular e de faltas funcionais é mais elevado. Ao estimular a ativação neuromuscular, a EENM colabora para o restabelecimento precoce da força, auxilia na prudência da inibição muscular do quadríceps e beneficia a melhora da função articular, aspectos essenciais para a retomada progressiva da mobilidade e do ato esportivo.

Hauger et al.<sup>20</sup> (2018) demonstraram que a aplicação da EENM, de forma complementar à fisioterapia, promoveu ganhos significativos de força muscular e melhora funcional em contra à terapia convencional isolada. Achado semelhante foi reportado por Li et al.<sup>13</sup> (2025), cuja metanálise revelou efeitos positivos da técnica em curto prazo, reforçando seu papel no início do processo de reabilitação. Moran et al.<sup>19</sup> (2019), em um estudo piloto, notaram que a estimulação funcional precoce potencializou a reabilitação da força do quadríceps em apenas quatro semanas, o que reforça a importância de introduzir esse recurso já nas primeiras fases da reabilitação.

Apesar dos benefícios, alguns trabalhos apontam limitações. Losciale et al.<sup>14</sup> (2025), por exemplo, verificaram que indivíduos com histórico de ruptura do LCA podem manter déficits de torque e de desempenho muscular mesmo após meses da lesão, sugerindo que apenas a intervenção precoce não é suficiente para uma recuperação completa. Esse dado dialoga com os resultados de Zhong et al.<sup>15</sup> (2025), que identificaram maior eficácia em estratégias complementares, como a reabilitação em meio aquático, considerada mais eficiente para proporcionar o fortalecimento do quadríceps e dos isquiotibiais quando comparada a outros métodos. Essa diversidade de abordagens apresenta que o tratamento deve ser individualizado, associando recursos terapêuticos de acordo com a demanda do paciente.

A revisão sistemática e metanálise conduzida por Shan et al.<sup>16</sup> (2025) reforçou que a estimulação elétrica, independentemente da modalidade utilizada, favorece para a melhora da função muscular, da percepção autorrelatada de desempenho e da recuperação global dos membros inferiores. Esses achados propõem que a EENM pode ser julgada uma intervenção transversal a diferentes protocolos, não restrita apenas ao fortalecimento, mas também associada a benefícios funcionais e de qualidade de vida.

Em contrapartida, estudos de Bonanzinga et al.<sup>17</sup> (2022) e Lu et al.<sup>18</sup> (2020) destacam motivos externos que também devem ser levados em conta no desempenho da reabilitação, como as técnicas cirúrgicas empregadas e o regime hospitalar. Enquanto Bonanzinga et al.<sup>17</sup> (2022) demonstraram grandes taxas de retorno ao esporte em atletas de alto rendimento, também observaram a necessidade de novas cirurgias em carreiras mais longas, indicando que fatores como sobrecarga esportiva podem interferir nos resultados. Já Lu et al.<sup>18</sup> (2020) apontaram que pacientes submetidos à RLCA em regime hospitalar apresentaram maior ocorrência de complicações pós-operatórias em curto período quando comparados aos tratados em regime ambulatorial. Esses achados aparecem que a reabilitação deve considerar não apenas o recurso fisioterapêutico empregado, mas também o contexto cirúrgico e clínico de cada paciente.

Esta revisão apresenta limitações relacionadas à quantidade limitada de ensaios clínicos recentes que abordam especificamente a combinação de EENM e exercícios terapêuticos após RLCA, bem como à variedade metodológica entre os estudos analisados. Além disso, nem todos os trabalhos incluíram seguimento a longo prazo, o que limita a avaliação dos efeitos sustentados da intervenção.

Recomenda-se que novas pesquisas sejam conduzidas com amostras maiores e protocolos padronizados, de modo a comparar diferentes parâmetros de EENM e tipos de exercícios utilizados na reabilitação. Embora ainda sejam necessários mais estudos para padronizar protocolos e confirmar os efeitos em longo prazo, este recurso terapêutico se mostra como uma estratégia promissora e de grande importância clínica para a fisioterapia.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que a intervenção combinada de Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) e exercícios terapêuticos mostrou-se eficaz na recuperação do quadríceps de pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA), favorecendo a prevenção da atrofia muscular, a melhora da função e o retorno às atividades funcionais e esportivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Junior WMA, Migon EZ. Cirurgia do Joelho: da simulação a prática.12a. Rio de Janeiro: Elsevier;2019.
2. Toth MJ, Tourville TW, Voigt TB, Choquette RH, Anair BM, Failla MJ, et al. Utility of neuromuscular electrical stimulation to preserve quadriceps muscle fiber size and contractility after anterior cruciate ligament injuries and reconstruction. *Jor. American. Medic. Esportiva.* 48(10):2429-2437.
3. Barbosa RI, Silva MF. Fisioterapia traumato-ortopédica.11a. Porto Alegre: Artmed, 2021.
4. Thun I, Napol T, Danaithep L, Tanpowpong T, Kptniratsaikul S, Thamrongkulsiri N. Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Primary Repair With Synthetic Augmentation and Fixation With the Knotless Suture Anchor. *Arthrosc Tech.* 2023 5;12(7):1009–1013.
5. Lisee C, Lepley AS, Birchemer T, O’Hagan K, Kunze C. Quadriceps Strength and Volitional Activation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Health.*2019; 11(2):163–179.
6. Liebano RE. Eletroterapia Aplicada á Reabilitação: dos Fundamentos ás Evidencias. 9a. Rio de Janeiro: Thieme Revinter Publicações, 2021.
7. Durigan JL, Barbosa RI. Agentes Eletrofísicos na Fisioterapia Traumato-Ortopédica.3a Porto Alegre: Artmed, 2025.
8. Arhos EK, Naoaki IOT, Giodano AH, Nolan TP, Macker LS, Silbernagil KG. Who’s Afraid of Electrical Stimulation? Let’s Revisit the Application of NMES at the Knee.*Jorn. de Fisiot. Ortopédica e Esportiva.*2023; 54 (2):101-106.
9. Vasconcelos GS, Magalhães LF, Mansour NR, et al. Fisioterapia Traumato-Ortopédica e Esportiva.317a. Porto Alegre: SAGAH,2021.
10. Forelli F, Barbar W, Kersante G, Vanderbrouck A, Duffiet P, Rattel L, et al. Evaluation of Muscle Strength and Graft Laxity With Early Open Kinetic Chain Exercise After ACL Reconstruction: A Cohort Study. *Orthop J Sports Med.*2023; 11(6):3-5.
11. Fagundes DS, Vargas VF. Cinesioterapia.68a Porto Alegre: SAGAH,2018.
12. Oliveira ALB, Pereira CS, Aires RD, Costa JRS. A influência da eletroestimulação e da cinesioterapia em pacientes pós operados de lesão do ligamento cruzado anterior. *FACSETE Health Sciences.*2023; 2;(2): 1-3.
13. Li Z, Jin L, Chen Z, Shang Z, Yue G, Tian S, et al. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Quadriceps Femoris Muscle Strength and Knee Joint Function in Patients After ACL Surgery: A Systematic Review and Meta-

analysis of Randomized Controlled Trials. *Orthop J Sports Med.*2025;13(1):1-9.

14. Losciale JM, Lin B, Theret M, Sweitzer AM, Fliss MD, Scarr T, et al. Quadriceps Morphology 6- to 60-Months After Anterior Cruciate Ligament Tear. *Scand J Med Sci Sports.*2025;35(7):2-10.

15. Zhong Z, Guo W, Gu Q, Pang T, Li L, Hao A. The impact of exercise therapy on rehabilitation outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: a network meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.*2025; 26(1):2-19.

16. Shan W, Zheng T, Zhang J, Pang R. Effect of electrical stimulation on functional recovery of lower limbs in patients after anterior cruciate ligament surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.*2025; 15(7):1-7.

17. Bonanzinga T, Grassi A, Altomare D, Lucidi G, Macchiarola L, Zaffagnini S, et al. High return to sport rate and few re-ruptures at long term in professional footballers after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*2022; 30(11):3681-3688.

18. Lu Y, Gagne OL, Khazi Z, Patel BH, Mascarenhas R, Forsythe B. Inpatient admission following anterior cruciate ligament reconstruction is associated with higher postoperative complications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*2020; 28(8):2486-2493.

19. Moran U, Gottlieb U, Gam A, Springer S. Functional electrical stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled pilot study. *J Neuroeng Rehabil.*2019; 16(1):2-8.

20. Hauger AV, Reiman MP, Bjordal JM, Folhas C, Ledbetter L, Goode AP. Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*2018; 26(2):399-410.





