

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ  
CURSO DE FISIOTERAPIA**

**CAMILA CAROLINE DIAS CRISTO  
NATÁLIA CARMO DA SILVA ANDRADE  
GABRIELA BARBIERI DA SILVA TORRES  
ANDRETTE DA COSTA RODRIGUES**

**OS EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR  
NA REABILITAÇÃO PÓS CIRÚRGICA DE LESÃO DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)**

**Rio de Janeiro**

**2021.2**

# **OS EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NA REABILITAÇÃO PÓS CIRÚRGICA DE LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) THE EFFECTS OF NEUROMUSCULAR ESTIMULATION ON POST SURGICAL REHABILITATION OF ANTERIOR CROSS LIGAMENT INJURY (ACL)**

## **Camila Caroline Dias Cristo**

Graduanda do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São Jose (UNISJ).

## **Natália Carmo da Silva Andrade**

Graduanda do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São Jose (UNISJ).

## **Gabriela Barbieri da Silva Torres**

Fisioterapeuta, Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José.

Mestre em Ciências das Atividades Físicas, Especialista em Neurociências aplicada a Reabilitação, Especialista em Órtese e Prótese.

## **Andrette da Costa Rodrigues**

Fisioterapeuta, Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José.

Mestre em Ciências das Atividades Físicas, Pós Graduado em Anatomia Humana e Biomecânica, Pós Graduado em Acupuntura, Graduado em Fisioterapia.

## **RESUMO**

**Introdução:** Formado por articulações, músculos e ligamentos, a articulação do joelho é capaz de sustentar o peso do corpo humano, receber e amortecer grandes cargas e impactos durante execução de atividades físicas. Por ser uma articulação bastante utilizada diante das exigências do cotidiano, é frequente a ocorrência de lesões como ruptura ligamentar (totais ou parciais). O ligamento cruzado anterior (LCA) é a principal estrutura lesada em entorses no joelho, tendo como principal consequência a instabilidade da articulação do joelho. A ligamentoplastia visa a reconstrução dessa estrutura e, como consequência, ocorre a inibição muscular artrogênica, ou seja, a fraqueza de músculos quadríceps e ísquios tibiais. A eletroestimulação é comumente utilizada em práticas clínicas, afim de reduzir atrofia muscular, diminuição da dor e aumento da força muscular em indivíduos com desordens neuromusculares, também é aceita como uma ferramenta de reabilitação do pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior **Objetivo:** O presente estudo objetiva evidenciar os benefícios

e os efeitos fisiológicos da NMES na inibição muscular artrogênica na reabilitação do pós-operatório de lesão de LCA. **Métodos:** O estudo trata-se de uma revisão de literatura, utilizando base de dados como Google Acadêmico, Scientific electronic library (SCIELO) e Pubmed publicados entre os anos 2004 – 2021. **Resultados:** Foram revisados 45 artigos e logo após, aplicados critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados um total de 42 artigos para elaboração do trabalho e, utilizados 8 artigos para construção do quadro de resultados. **Conclusão:** A eletroestimulação neuromuscular mostrou-se mais eficaz quando associada à cinesioterapia e de início imediato após RLCA.

**Palavras-chave:** RLCA , Eletroestimulação Neuromuscular, Força muscular.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Formed by joints, muscles and ligaments, the knee joint is capable of supporting the weight of the human body, receiving and cushioning large loads and impacts during physical activities. Because it is a joint that is used a lot in the demands of everyday life, injuries such as ligament rupture (total or partial) are common. The anterior cruciate ligament (ACL) is the main structure injured in knee sprains, and its main consequence is instability of the knee joint. The ligamentoplasty aims to reconstruct this structure and, as a consequence, arthrogenic muscle inhibition occurs, i.e. quadriceps and tibial ischii muscle weakness. Electrostimulation is commonly used in clinical practice to reduce muscle atrophy, reduce pain, and increase muscle strength in individuals with neuromuscular disorders, and it is also accepted as a tool for postoperative rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction **Objective:** This study aims to highlight the benefits and the physiological effects of NMES on arthrogenic muscle inhibition in postoperative rehabilitation of ACL injury. **Methods:** The study is a systematic review, using databases such as Google Scholar, Scientific electronic library (SCIELO) and Pubmed, published between 2004 and 2021. **Results:** 45 articles were reviewed and after applying the inclusion and exclusion criteria, a total of 42 articles were selected for this study, and 8 articles were used to construct the results. **Conclusion:** Neuromuscular electrostimulation proved to be more effective when combined with cinesiotherapy and started immediately after ACLR.

**Keywords:** ACRL, Neuromuscular Electrostimulation, Muscle Strength.

## INTRODUÇÃO

O joelho é responsável por grande parte dos movimentos que realizamos no cotidiano. Formado por articulações, músculos e ligamentos é capaz de sustentar o peso do corpo humano, receber e amortecer grandes cargas e impactos durante execução de atividades físicas como correr, saltar, e pular, além de permitir grande estabilidade na deambulação. Por ser uma articulação bastante utilizada diante das exigências do cotidiano, é frequente a ocorrência de lesões como ruptura ligamentar (totais ou parciais), fraturas ósseas e desgastes articulares, tornando-se então, um dos temas mais relevante estudado em pesquisas atualmente, depois da articulação do ombro (GOZZI, 2016; BLUNER, 2018).

A articulação do joelho é constituída por quatro estruturas ósseas: patela, fêmur, tibia e fíbula, as estruturas de suporte e estabilização como ligamento cruzado anterior (LCA), ligamento cruzado posterior (LCP), e os demais ligamentos auxiliares como ligamento poplíteo, ligamento arqueado, ligamento transverso, cápsula articular, meniscos, os músculos quadríceps (vasto medial, vasto lateral, e vasto intermédio) localizados anteriormente na coxa, os isquiotibiais (semimembranoso, semitendíneo e bíceps femoral) posteriormente a coxa e o principal lateral, tensor da fáscia lata (TFL). Embora passem atrás da articulação do joelho e possuam alguma capacidade de flexão, os músculos gastrocnêmio e plantar, não fazem parte da articulação do joelho (DUARTE et al., 2020; FRANÇA, 2020)

Em termo cinemático, o joelho possui 6 graus de liberdade sendo o principal movimento flexão/extensão, e as translações superior/inferior, medial/lateral, e rotações interna/externa e abdução/adução sobre os eixos X, Z e Y representados na figura 1 na página seguinte. A flexão e extensão se caracterizam como sendo movimentações que tem ocorrência no plano sagital (Z), onde o papel da tibia tem deslizamento anterior durante a extensão e posterior ao longo da flexão, caracterizando-se através da lei do côncavo e convexo. Uma vez que a tibia é uma superfície côncava e que está fixa e o fêmur que possui uma superfície convexa ficando imobilizado diante do deslizamento que tem ocorrência para o lado oposto da movimentação. Já, se a tibia estiver móvel e o fêmur fixo, seu movimento será para o mesmo lado da movimentação (MATA, 2009; MALTA & PACHECO, 2017).



**Figura 1:** Graus de liberdade do joelho. MATA, (2009)  
Movimentos livres da articulação do joelho nos planos X,Y,Z.

Gozzi (2016) cita que, as lesões mais frequentes de joelho são: Condromalácia patelar, lesão do LCA e lesão dos meniscos. A lesão do LCA ocorre através do mecanismo de torção do joelho, compreendido por uma rotação interna do fêmur e uma rotação externa da tíbia, normalmente quando o pé está fixo no chão e o indivíduo realizar rápida mudança de direção, podendo então romper parcialmente ou totalmente o LCA. Essas lesões totalizam-se em torno de 250.000 casos por ano. (ARAUJO & PINHEIRO 2015; ASTUR, et al., 2016; ARLIANE et al., 2012)

Os meniscos também são facilmente lesionados nas práticas esportivas, às vezes associam-se à lesão do LCA, pelo fato de ambos terem sua origem no côndilo medial da tíbia. A "tríade infeliz" refere-se a uma lesão que afeta simultaneamente o ligamento colateral medial, ligamento cruzado anterior e menisco medial. Uma vez que ocorre uma instabilidade articular, resultando-se em degeneração progressiva da cartilagem articular, e consequente inibição muscular artrogênica, devido a dor, ao edema articular, e alterações da excitabilidade de vias reflexas espinhais, causadas por aferências anormais, diminuindo a ativação muscular do quadríceps. (CAVALCANTE, et al., 2016; SILVA, et al., 2020)

O tratamento da lesão do LCA, pode ser cirúrgico, através da ligamentoplastia ou conservador. Em casos de lesões completas ou parciais de bainha fechada, o tratamento conservador deve ser considerado para aqueles que se propuserem a mudar suas atividades, evitando esportes que facilitem o surgimento de dor, edema, falseios.

Geralmente, o tratamento mais utilizado é o cirúrgico, onde há reconstrução do ligamentocruzado anterior, e a colocação de enxerto (ligamentoplastia). Porém, deve-se considerar fatores importantes como nível atlético do indivíduo, exigências físicas profissionais e sua expectativa quanto ao nível de exigências, uma vez que existem pessoas com baixa demanda física e esportivas, e outras com demandas mais altas que necessitam de abordagens diferentes (SILVA, et al., 2020)

Em casos cirúrgicos, a intervenção fisioterapêutica se dará a partir do período pré-operatório, objetivando minimizar a futura hipotrofia causada no pós-operatório devido a redução da contração muscular e diminuição funcional da estrutura. Pois, de acordo com Adams, et al., (2012), 15% a 40% dos pacientes de pós-cirúrgico de lesão do LCA, apresentam déficit de força muscular do quadríceps, observando-se significativa falta de extensão normal e perda da flexão normal do joelho.

As lesões de ruptura total do LCA configuram-se como uma disfunção osteomuscular impactando diretamente na saúde e a qualidade de vida do indivíduo, necessitando de uma efetiva abordagem, de início imediato pós-operatório. Portanto, é consensual que esse tipo de lesão receba um tratamento dispendioso, com uma reabilitação prolongada e que pode, ainda, resultar em osteoartrite precoce, por esse motivo, logo após a abordagem cirúrgica, o indivíduo é direcionado à fisioterapia, para reabilitação através de treinos de força, mobilidade, propriocepção em busca da diminuição do quadro álgico, recuperação/ganho da amplitude de movimento, recuperação da força e funcionalidade da estrutura lesada (BRADLEY & TEJWANI, 2009; HAUTER & SGAGLIONE, 2012; VOJNOSANI, et al., 2013).

O uso da Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) é também um recurso fisioterapêutico frequentemente empregado em diferentes programas de reabilitação, apresentando-se positivamente no que tange a melhoria do desempenho muscular, permitindo restauração e fortalecimento da estrutura, trabalhando através de corrente alternada de média frequência, com o intuito de gerar contração muscular (DADALTO, et al., 2013; CAVALCANTE, et al., 2016).

Os principais efeitos provocados pela EENM é a recuperação e manutenção da força, diminuição da hipotrofia e da inatividade muscular, assim como os aparelhos de Estimulação Elétrica Funcional (FES), Corrente Russa e Corrente Aussie (GADELHA, 2017).

Diante disso, o presente estudo objetiva evidenciar os benefícios e os efeitos fisiológicos da eletroestimulação neuromuscular no fortalecimento muscular na reabilitação do pós-operatório de lesão de LCA, tendo como objetivos específicos descrever e analisar mecanismo de lesão do LCA, analisar alterações musculares pós-cirúrgica e efeitos da eletroestimulação, através de revisões e pesquisas de artigos que abordassem temas sobre o uso da eletroestimulação neuromuscular em RLCA.

## **METODOLOGIA**

O estudo a ser produzido diz respeito a uma revisão de literatura baseada em artigos científicos retirados do Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE/PUBMED) e ferramenta Google acadêmico. A seleção dos artigos científicos será realizada através de revistas da língua portuguesa e inglesa com delimitação temporal de 2004 a 2021. Os descritores utilizados para pesquisa serão: Eletroestimulação Neuromuscular; ligamentoplastia; Ligamento cruzado anterior. E em inglês: Neuromuscular electrostimulation; ligamentoplasty; Anterior cruciate ligament. Como critérios de inclusão serão aproveitados materiais que apresentem a eletroestimulação neuromuscular como tratamento relevante no pós de RLCA e artigos que destacarem o uso da eletroestimulação neuromuscular como recurso terapêutico. Foram encontrados 45 artigos, entretanto apenas 42 deles farão parte da composição do presente estudo, sendo 8 para elaboração do quadro de resultados. Artigos que não apresentarem relevância cujo assunto aborde analgesia através da eletroestimulação, serão excluídos, sendo o critério de exclusão.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Ligamento Cruzado Anterior (LCA)

Composto por tecido fibroso, o Ligamento Cruzado Anterior localiza-se internamente no joelho, na porção medial do côndilo femoral lateral e insere-se no platô tibial central. É a principal estrutura lesada em entorses no joelho, tendo como principal consequência a instabilidade da articulação do joelho. Sua função é estabilizar e limitar o movimento excessivo de rotação interna da tibia, principalmente no deslocamento anterior. Dividido em duas bandas: a anteromedial (tensa em movimento de flexão) e a banda pósterolateral (descritas tensas em todo arco de movimento do joelho. As mesmas torcem-se de acordo com a posição do joelho) (SISU, et al., 2010; JANSSEN, et al., 2011; AMIM, et al., 2016).

### Mecanismo de lesão

As lesões do LCA são ocasionadas por exceder os limites de movimentos artrocinemáticos, causando alterações proprioceptivas resultando em disfunções neuromusculares. A lesão do LCA pode ser caracterizada como isolada ou associada. Lesões isoladas ocorrem por um movimento forçado de flexão, valgo e rotação interna de joelho, onde os ligamentos enrolam-se logo, o compartimento lateral do fêmur se abre e o côndilo interno do fêmur pressiona o LCA lesionando-o, há presença de hemorragia no espaço intra-articular, também chamado de derrame intra-articular. No caso de uma rotação interna da tibia com o joelho em extensão máxima, pode acontecer uma rotura ligamentar, devido à tensão da banda no movimento de flexão (FREITAS et al., 2019).

Já a lesão associada, tem como mecanismo uma força direta contra a região posterior do joelho, na porção proximal da tibia. Onde, ocorre uma flexão do joelho e deslocamento anterior gerando a lesão do LCA juntamente com lesão do LCP e da cápsula articular. Outro mecanismo lesivo é, a força excessiva do valgo do joelho, com rotação externa da tibia e flexão, onde o posicionamento do joelho em valgo apresenta

LCL encurtado, LCM estirado, ML mais comprimido, conseqüentemente gerando uma lesão do LCM, LCA e desinserção do menisco medial (GALI, 2015).

Maia (2012), classifica as rupturas do LCA de acordo com a gravidade. Grau I (leve) – estiramentos que causam apenas lesões microscópicas no ligamento, chamados também de distensão; Grau II (moderado) – estiramento mais severo com ruptura parcial do ligamento e Grau III (grave) – onde, o ligamento é completamente rompido por um brusco estiramento, geralmente acontecidos em atividades esportivas ou acidentes.

### **Ligamentoplastia**

A ligamentoplastia é uma cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) realizada através da artroscopia, e uma técnica considerada menos invasiva e mais atual que a cirurgia aberta e que proporciona ao indivíduo um processo mais acelerado de reabilitação. Ela consiste na reconstrução ligamentar através de um enxerto feito de tendão normalmente do próprio paciente, para formar um novo ligamento e criar uma réplica do ligamento original, porém para obter capacidade funcional igual ao membro não operado é necessário reabilitação (BELFORD et. al., 2014).

Os enxertos podem ser obtidos de várias fontes, normalmente os tendões mais utilizados são os tendões dos músculos flexores (semitendíneo e grácil), localizados na região medial (interna) e posterior do joelho; tendão patelar, retirado da região da frente do joelho, logo abaixo da patela e tendão quadricipital, localizado na frente do joelho, logo acima da patela (atualmente esse tendão é utilizado com menor frequência). Por fim, também pode ser usado enxerto de um cadáver (aloenxerto). Entre 3 meses à cerca de 2 anos, esse enxerto de tendão passa a adquirir propriedades semelhantes às de um ligamento (FUKUDA, 2020)

Apesar de ser um procedimento menos invasivo, ambos os tipos de enxertos possuem possíveis vantagens e desvantagens, alguns pacientes no pós cirúrgico de reconstrução ligamentar podem apresentar complicações como o rompimento do enxerto, afrouxamento ligamentar, instabilidade articular, atrofia de quadríceps, diminuição de

massa muscular de todos os músculos que envolvem a articulação, artrofibrose, deficiência proprioceptiva, osteoartrite, tendinite infrapatelar, crepitação femoropatelar (GOZZI, 2016) .

O início da fase de reabilitação se dá no dia seguinte ao procedimento cirúrgico, onde o conhecimento do tipo de enxerto utilizado na cirurgia deve ser levado em consideração, pois cada enxerto possui suas especificidades. As primeiras semanas são muito importantes, por tanto é necessário cautela, evitando grandes sobrecargas e movimentos de grandes amplitudes, principalmente movimentos rotacionais, para não comprometer a fase de cicatrização do enxerto. Movimentos de flexão e extensão são permitidos, e nas primeiras 3 semanas de pós-cirúrgico, a descarga do peso corpóreo deve ser distribuído juntamente a utilização de muletas, para não sobrecarregar a articulação. O período de reabilitação pós-cirúrgica, estende-se de 6 à 12 meses e o tempo dependerá de como se dará a evolução do paciente (DAMBROS, et al., 2012; JANUÁRIO, et al., 2019. SANTOS, 2015).

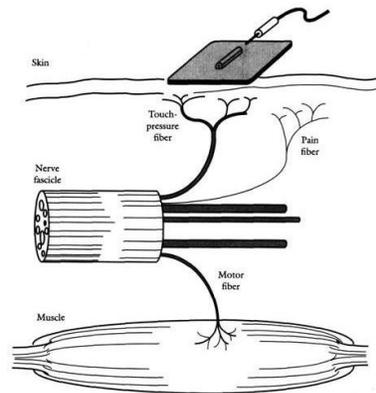
### **Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM)**

A eletroestimulação é comumente utilizada em práticas clínicas, geralmente associada a exercícios isométricos, afim de reduzir atrofia muscular, diminuição da dor e aumento da força muscular em indivíduos com desordens neuromusculares, também é aceita como uma ferramenta de reabilitação do pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior (BABAULT et al., 2011; MEDEIROS et al., 2017).

Trata-se uma técnica de ativação neural, a qual possui intuito de provocar contração muscular, através de uma corrente alternada de média frequência, para auxiliar o recrutamento de fibras musculares e favorecer a restauração da força e resistência muscular. Sua atuação é diretamente a nível motor, exigindo uma corrente com pulsos de maior duração, desta forma, gerar uma despolarização do moto neurônio inferior e consequentemente contração fisiológica, logo, a eletroestimulação simula a passagem de impulso nervoso, fazendo o músculo contrair sem que haja necessidade de um impulso nervoso originado do próprio sistema nervoso (GENTIL, 2004; DAMBROS, et al., 2012; CASTRO & JÚNIOR, 2015).

A contração muscular pode acontecer de duas maneiras, de forma voluntária ou de forma elétrica. Na contração muscular voluntária ocorre o Princípio de Henneman, onde as fibras mais lentas (tipo I) são recrutadas primeiro, em seguida as fibras rápidas (tipo II), toda via, quando a contração muscular ocorre de forma elétrica, o efeito é contrário, devido as unidades motoras de condução rápida serem maiores e maisfatigáveis com menor intensidade de estimulação (DRUMMOND, et al., 2008).

A estimulação elétrica pode ocorrer, diretamente, onde os eletrodos são posicionados sobre o músculo, ou indiretamente, através do nervo que chega ao músculo. O eletrodo é posicionado próximo ao ramo do nervo periférico, onde um eletrodo apresentara cargas negativas e o outro, cargas positivas, então, a migração de íons se espalha de uma região a outra, promovendo a contração muscular através da membrana muscular como mostra a figura 2 a seguir (GENTIL, 2004; FERREIRA & BELEZA, 2007).



**Figura 2** - Fisiologia da Eletroestimulação. GENTIL, 2004.

## RESULTADOS

Oito estudos atenderam aos critérios pré-estabelecidos para o levantamento de dados. Os estudos analisaram o efeito da eletroestimulação neuromuscular para aumento da força, espessura, e devolução da funcionalidade no pós cirúrgico de LCA. Todos os estudos selecionados foram artigos experimentais, abordando sobre ser benéfico ou não a associação da eletroestimulação neuromuscular à exercícios ou isolada em musculaturas

afetadas no pós RLCA. Após a análise e leitura dos artigos selecionados, foi realizada a

tabulação dos mesmos, visando uma melhor identificação de cada artigo, contendo as variáveis: ano, autor (es), objetivo, metodologia e resultados. Por fim, destes quantitativos 8 foram analisados e compuseram a revisão bibliográfica conforme exibido no quadro 1 a seguir.

**Quadro 1:** Publicações selecionadas em bases de dados para compor a revisão a fim de destacar os objetivos e os resultados obtidos após os estudos realizados visando demonstrar os benefícios da eletroestimulação neuromuscular nos pós cirúrgicos de LCA.

Ano	Autor	Objetivo	Metodologia	Resultados
2013	Taradaj <i>et al.</i>	Avaliar a eficácia clínica e segurança do programa NMES aplicado em jogadores de futebol do sexo masculino após RLCA	Ensaio clínico 80 indivíduos submetidos a RLCA divididos em dois grupos (A e B) grupo A receberam um programa de exercícios, incluindo três sessões semanais e um dos grupos associou EENM	Os resultados mostraram que a força do quadríceps do lado operado no Grupo A (NMES) aumentou 28,7% e no grupo B (controle) aumentou 4,6%, ao comparar a força muscular dos dois grupos, observou-se uma diferença significativa a favor da estimulação de 95% de intervalo de confiança.
2015	Brasileiro <i>et al.</i>	Analisar o efeito dos exercícios excêntricos associados e não associados a Estimulação Elétrica Neuromuscular em oito sujeitos submetidos à reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. (EENM).	8 indivíduos submetidos à reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior (média de $9 \pm 0.7$ meses pós cirúrgico). Dividido em Grupo I - Exercício Excêntrico Máximo e Grupo II - Exercício Excêntrico Máximo associado à Estimulação	O treinamento aumentou significativamente o Pico de Torque dos membros acometidos. A AST do quadríceps também aumentou em todas as regiões avaliadas dos membros treinados e também foi observado aumento na atividade EMG do quadríceps após as primeiras seis semanas. Entretanto, não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, como resultado do treinamento..

			Elétrica Neuromuscular (EENM)	
2015	Lepley <i>et al.</i>	Analisar o efeitos dos exercícios excêntricos associados e não associados a EENM em sujeitos submetidos à RLCA	36 indivíduos pós-lesão dividido em grupos (N&E, NMES e excêntricos; apenas E, apenas excêntricos; apenas N, apenas NMES; e STND, padrão de cuidado) e dez controles saudáveis participaram. N &E e N- NMES 2xsemanas primeiras 6 semanas pós-RLCA N&E e E-only receberam o protocolo de exercício excêntrico 2x sem. 6 semanas após RLCA	Não houve diferenças nas medidas pré-operatórias ( $P > 0,05$ ). Somente o E recuperou a ativação do quadríceps melhor que o N-only ou STND ( $P < 0,05$ ).
2016	Hasegawa <i>et al.</i>	Avaliar o efeito da estimulação elétrica muscular (EMS) na prevenção da atrofia muscular em pacientes durante a fase de reabilitação inicial após a reconstrução do LCA.	20 indivíduos com ruptura aguda de LCA divididos em dois grupos aleatoriamente ( Grupo COM e Grupo EMS) com programas de reabilitação usual e	A espessura do músculo vasto lateral e panturrilha aumentou significativamente 4 semanas após a cirurgia no grupo EMS, enquanto diminuiu significativamente no grupo CON. O declínio da força de extensão de joelho foi significativamente menor no grupo EMS do que no grupo CON em 4 semanas após a cirurgia, e o grupo EMS mostrou maior recuperação da força de extensão de joelho em

			eletroestimulação 20 Hz desde o 2º dia pós-operatório até 4 semanas após a cirurgia.	3 meses após a cirurgia.
2018	Labanca <i>et al.</i>	Avaliar a eficácia de um protocolo de treinamento de envolvendo NMES do m. quadríceps sobreposto a exercícios repetidos de STSTS, como um tratamento adicional para reabilitação padrão, do 15º ao 60º dia após RLCA.	63 indivíduos com lesão de LCA foram alocados aleatoriamente para um dos três grupos de tratamento: NMES sobreposto a STSTS (NMES + STSTS), apenas STSTS ou Nenhum tratamento adicional (NAT) para a reabilitação padrão.	O grupo NMES + STSTS se sobressaiu significativamente, com força maior quando comparado aos dois grupos.
2019	Moran <i>et al.</i>	Investigar a viabilidade da aplicação da estimulação elétrica funcional do quadríceps (FES) durante a caminhada, além da reabilitação padrão, na fase inicial da reabilitação do LCA.	Estudo randomizado 23 indivíduos divididos em dois grupos (13 e 10) FES em quadríceps e EENM em quadríceps 10min 3x na semana + protocolo de reabilitação usual	Comparado com o grupo NMES, o grupo FES obteve melhores resultados na força e simetria do quadríceps. (Força 205 nm FES / 225 nm NMES – Simetria FES $0,63 \pm 0,15$ em comparação com $0,39 \pm 0,18$ no grupo NMES). O grupo FES recuperou a simetria de força pré-ACLR ( $p = 0,08$ ), e o grupo NMES não ( $p < 0,001$ ).
2020	Da Rosa <i>et al.</i>	Um paciente com lesão de LCA, foi submetido a um tratamento pré-operatório e pós	Estudo de caso paciente sexo masculino submetido a	Houve melhora na perimetria de joelho direito, assim como na amplitude de movimento de joelho. (flexão 84º/ 84º; extensão 128º/

		operatório.	RLCA há 1,4 Meses EENM +protocolo usual	133°)
2020	Toth <i>etal.</i>	Examinar se o uso da EENM precoce, iniciado logo após a lesão e mantido durante oito semanas após a cirurgia, pode preservar o tamanho do músculo quadríceps e a função contrátil na célula.	Estudo Controlado randomizado 25 indivíduos com ruptura aguda do LCA randomizados para EENM (5 dias / sem) ou sham (estimulação elétrica nervosa simulada por microcorrente; 5 dias / sem)	A EENM precoce usa atrofia das fibras musculares esqueléticas reduzida em fibras MHC II e contratilidade preservada em fibras MHC I. Esses resultados fornecem dados seminais em nível celular demonstrando a utilidade do uso precoce de NMES para modificar benéficamente as más adaptações do músculo esquelético ao LCA.

## DISCUSSÃO

Após o levantamento de dados realizado para efetuar o presente estudo, ao questionar sobre os efeitos da eletroestimulação neuromuscular nas alterações musculares pós cirúrgica de lesão do LCA, pode-se observar que os estudos aos quais os autores associaram o exercício à EENM, se sobressaíram positivamente em seus resultados. Em contrapartida outros autores disseram não haver diferença significativa entre a EENM associada e não associada ao exercício.

No ensaio clínico de Taradaj et al. (2013), os resultados mostraram que a força do quadríceps do lado operado do que associou a NMES ao programa de exercício, aumentou 28,7% e no grupo que recebeu apenas o protocolo de exercícios aumentou 4,6%. Ao comparar a força muscular dos dois grupos, o autor observou uma diferença significativa a favor da estimulação de 95% de intervalo de confiança.

O ensaio clínico de Hasegawa, et al. (2016) também adotou protocolo de exercícios associado a NMES a um grupo e NMES isolada ao segundo grupo do

segundo dia pós RLC até quatro semanas. O autor registra que em ambos os grupos houveram ganho de força e aumento de espessura muscular e comprovou que a NMES associada ao exercício de início imediato é eficaz na manutenção, aumento de força e espessura muscular, podendo apresentar déficit nos resultados caso não seja iniciada terapia imediata após RLCA.

Após aplicar protocolo de NMES associada ao exercício no grupo um, aplicar NMES isolada no grupo dois e no terceiro grupo nenhum protocolo padrão Labanca et al. (2018), pode observar que todos os grupos obtiveram aumento da força muscular, mas o grupo que associou a NMES ao exercício se sobressaiu significativamente com força maior quando comparado aos outros dois grupos. O autor sugeriu ainda que a intervenção precoce adotando esse protocolo, atua no combate a atrofia do quadríceps.

Segundo análises do estudo de Lepley et al. (2015), onde o grupo um recebeu nas primeiras seis semanas pós RLCA apenas EENM, o grupo dois associou EENM á exercícios excêntricos, grupo três recebeu apenas protocolo de exercícios excêntricos após 6 semanas de RLCA, e o quarto grupo recebeu cuidados padrão pós RLCA. Pode-se observar que a força do quadríceps e a ativação central em pacientes com deficiência do ligamento cruzado anterior melhoraram, porém, não houve diferenças significativas no uso apenas da ENMS, comparada com os outros grupos. O autor registra que grupo de exercício excêntrico foi capaz de restaurar os níveis de ativação e força do quadríceps semelhantes aos de adultos saudáveis, e que o uso da ENMS associada com excêntricos recuperaram força mais do que apenas o ENMS, mas que a atuação de ambos é bastante eficaz no tratamento de paciente pós-operatório de LCA. Sendo necessários mais estudos com diferentes parâmetros para comparações.

Em um relato de caso de Rosa et al. (2018), onde um paciente com lesão de LCA do foi submetido a um tratamento pré-operatório e pós-operatório. Onde associou-se a NMES ao exercício, foi possível verificar até o momento da elaboração do estudo, que houve redução da sintomatologia dolorosa, diminuição de edema, ganho de amplitude de movimento, e devolução de marcha independente sem dispositivo auxiliar, o autor cita ainda que a intervenção fisioterapêutica realizada precocemente nas primeiras cinco semanas do pós-operatório é de extrema importância buscando restabelecer as amplitudes e marcha funcional através das diversas técnicas e recursos disponíveis, a

utilização da NMES e seus efeitos fisiológicos tem como objetivo fortalecer a estrutura do quadríceps impedindo uma hipotrofia muscular. Quanto ao ganho de amplitude do joelho associado a extensão após reconstrução do LCA, o tratamento com a NMES vai de acordo com o desenvolvimento do paciente e suas fases, sendo necessário protocolos de tratamento com parâmetros específicos de acordo com a necessidade da lesão, sendo a frequência, um fator importante para obtenção de resultados positivos.

Em um estudo clínico recente Toth et al. (2020), examinou se o uso precoce de NMES no pré e pós-operatório, pode preservar o tamanho do quadríceps e a função contrátil das células na perna lesada comparando a não lesada. Associou a NMES ao exercício em um grupo e ao outro aplicou-se apenas protocolo de exercícios, e então observou que houve redução da atrofia muscular na utilização do NMES, preservação da contratilidade das fibras lentas, aumentando a velocidade contrátil máxima e preservação da potência. Favorecendo positivamente resultados benéficos quanto ao uso precoce da NMES nas alterações musculares pós reconstrução de LCA.

Durante análises comparativas de oito ensaios clínicos randomizados, abordando a eficácia do uso a eletroestimulação neuromuscular em pós RLCA, Kim et al. (2010), cita que o uso de EENM em pacientes pós RLCA produz um efeito positivo sobre a força do quadríceps comparado ao exercício simples ou biofeedback eletromiográfico. A NMES pode resultar em efeitos positivos na força do quadríceps durante as primeiras 4 semanas de pós-operatório; entretanto, existe variação na aplicação NMES entre estudos, a que podem impedir o verdadeiro efeito de NMES ou superestimar os resultados. A melhor evidência sugeriu o início nas primeiras 4 semanas pós RLCA usando NMES em conjunto com cinesioterapia pode resultar em efeitos moderados e em resultados autorelatados do paciente em 12 a 16 semanas de pós-operatório e é recomendado para inclusão no pós-operatório de Reabilitação da reconstrução do LCA.

O autor Freitas, et al. (2019) após elaborar estudo comparativos de 32 artigos que abordou o uso da NMES no pós de RLCA, também destacou que os recursos elétricos de uso contínuo, seja FES, TENS ou RUSSA só é eficiente quando associadas a exercícios cinesioterapeúticos durante a reabilitação. Sendo assim, ambos os autores mencionados anteriormente, sugerem a NMES usada na reabilitação, porém de forma associada.

Em contra partida, durante um ensaio clínico de Brasileiro et al., (2015) aplicando

exercício excêntrico máximo ao primeiro grupo e associando o mesmo protocolo de exercício à EENM, o autor cita não haver diferenças significativas entre ambos os grupos, e diz ainda que o motivo do uso da EENM, nos programas que incluem RLCA, seria uma alteração no recrutamento de unidades motoras, morfologicamente normais, que seria a causa primária da perda de força voluntária observada nos membros acometidos dos indivíduos, o autor sugere, ainda, que, talvez, os níveis relativamente baixos de ativação muscular, por meio da EENM, resultariam do fato de que alguns nervos motores são, excessivamente, profundos para serem recrutados com este recurso.

Moran, et al (2019), em seu estudo clínico, aplicou no primeiro grupo o protocolo de caminhada associada a NMES e o mesmo protocolo associado a FES, e seus resultados demonstraram que a FES no quadríceps foi o tratamento viável no início do pós reconstrução do LCA e após quatro semanas da cirurgia, cita que a FES com a reabilitação tradicional foi mais eficaz na recuperação da força do quadríceps do que a NMES e finaliza seu estudo sugerindo a necessidade de mais estudos sobre o conteúdo.

Diante das análises deste estudo, a eletroestimulação neuromuscular mostrou-se mais eficaz quando associada ao exercício cinesioterapêutico e de início imediato após RLCA. O estudo também mostrou que, aplicada isoladamente a eletroestimulação neuromuscular é capaz de inibir más adaptações musculares, permitir diminuição de tumefação e ganhos não muito significativos de amplitude de movimento. Porém, de início tardio não possui ganhos significativos de força que superem as avaliações pré-RLCA. Contudo, antes da elaboração de qualquer protocolo de tratamento, deve-se levar em consideração as condições aos quais encontra-se a integridade estrutural do membro pós-RLCA, afim de evitar possíveis rupturas do enxerto e elaborar uma conduta eficaz que não ultrapasse e prejudique os limites funcionais ofertados da articulação pós RLCA e que atenda as necessidades físicas funcionais de cada paciente individualmente.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, D. et al. **Conceitos atuais para reconstrução do ligamento cruzado anterior: uma progressão da reabilitação baseada em critérios.** jornal de fisioterapia ortopédica e esportiva , v. 42, n. 7, pág. 601-614, 2012.
- AMIN, M. F. et al. **Avaliação por ressonância magnética da reconstrução do LCA após feixe duplo de joelho: associação dos achados do enxerto e comparação com a artroscopia .** The egyptian journal of radiology and nuclear medicine , v. 47, n. 2, pág. 521-529, 2016.
- ARAUJO, A.G; PINHEIRO, L. **Protocolos de tratamento fisioterápico nas lesões de ligamento cruzado anterior após ligamentoplastia– uma revisão.** 2015.
- ARLIANI, G. G. et al. **Lesão do ligamento cruzado anterior: tratamento e reabilitação. Perspectivas e tendências atuais.** Revista brasileira de ortopedia, v. 47, p. 191-196, 2012.
- ASTUR, D. C. et al. **Ligamento cruzado anterior e lesões meniscais no esporte: incidência, tempo de prática até a lesão e limitações causadas após o trauma .** Revista brasileira de ortopedia , v. 51, p. 652-656, 2016.
- BABAULT, N. et al. **A estimulação elétrica melhora a recuperação do desempenho pós-exercício ?.** Jornal europeu de fisiologia aplicada , v. 111, n. 10, pág. 2501- 2507, 2011.
- BELFORT, N. L. ; FILHO O.U. ; JUNIOR, S. J. **A fisioterapia no pós-operatório de lesão do ligamento cruzado anterior: revisão de literatura.** Revista Nova Fisio, 2014
- BLUNER, M. **Guia definitivo da anatomia do joelho.** 2018. Disponível em: < <https://blogfisioterapia.com.br/anatomia-do-joelho/>>. Acesso em Outubro 2021.
- BRADLEY, J. P. ; TEJWANI, S. G. **Reconstrução all-inside do ligamento cruzado anterior do tendão patelar. Revisão de medicina esportiva e artroscopia,** v. 17, n. 4, pág. 252-258, 2009.
- BRASILEIRO J. Á.; ÁVILA , M. A.; PINTO, & SALVINI T. **Efeitos da estimulação elétrica sobre o torque, o trefismo e a EMG do quadríceps após reconstrução do LCA.** 2015.Germany, v.19, p. 1299–1306, 2011
- CASTRO, M. F.; JÚNIOR, A. C. **Estimulação Elétrica Neuromuscular e Estimulação Eletro•til na Restauração Artificial da Preensão e da Propriocepção em Tetraplégicos.** Acta ortop. bras. , 2015.

- CAVALCANTE, M. L. et al. **Index of fatigue quadriceps in soccer athletes after anterior cruciate ligament reconstruction**. Study conducted at the Orthopedics and Traumatology Service, Hospital Universitário Walter Cantídio (HUWC), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil. . Revista Brasileira de Ortopedia [online]. 2016, v. 51, n. 05
- DADALTO, T. V.; SOUZA, C. P.; SILVA, E.B. **Eletroestimulação neuromuscular, exercícios contrarresistência, força muscular, dor e função motora em pacientes com osteoartrite primária de joelho**. Fisioterapia em Movimento [online]. 2013, v. 26, n. 4
- DAMBROS, C.; MARTIMBIANCO, A. L. C.; POLACHINI, L. O.; LAHOZ, G. L., CHAMLIAN, T. R.; COHEN, M. **Efetividade da crioterapia após reconstrução do ligamento cruzado UNIEURO**, 2012 v.1.
- DA ROSA, N.; V. C.; SCHENKEL, C. F.; PINTO, A. T.; SILVA, I. **Avaliação e tratamento fisioterapêutico no pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior: relato de caso**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 10, n. 1, 14 fev. 2020.
- DUARTE, A. D.; DE ARAÚJO, E. O.; GHELLER, R. G. **Prevenção de lesões do LCA em Jogadores de Futebol: Revisão de Literatura**. AmazonLiveJournal, v. 2, n. 4, p. 1-10, 2020.
- DRUMMOND, A.; CALIXTO, M. N.; CARVALHO, G. A. **Estudo bibliográfico sobre a influenciada eletroestimulação na fadiga muscular e no recrutamento de fibras tipo II**. - Rev. Elet. Fisiot. Centro Universitário Fisioterapia em Movimento [online]. 2013, v. 26, n. 4
- FERREIRA, C. H. ; BELEZA, A. C. **Abordagem fisioterapêutica na dor pós-operatória: a eletroestimulação nervosa transcutânea (ENT)**. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 34, p. 127-130, 2007.
- FUKUDA, T. **Cirurgia do Ligamento Cruzado Anterior (LCA)**. 2020. Disponível em: <https://www.institutotrata.com.br/cirurgia-de-ligamento-cruzado-anterior-lca/>. Acesso em: 27. Out. 2021.
- FRANÇA, G. L. **Anatomia das articulações sinoviais do quadril, do joelho e tarsocrural em bugios** (*Alouatta belzebul* Linnaeus, 1766). 2020.93 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.
- FREITAS, E. **Eletroestimulação e cinesioterapia para aplicabilidade clínica na lesão de ligamento cruzado anterior**. Caderno de pesquisa aplicada, v. 1, n. 1, p. 27-43, 23 dez. 2019.
- GADELHA, T. **O uso da eletroestimulação neuromuscular na fisioterapia**. EENM. 2017. Disponível em: <https://www.thiagofukuda.com/?s=EENM>. Acesso em: 27out. 2021

GALI, JC. **Reconstrução anatômica do ligamento cruzado anterior: uma abordagem lógica.** Revista Brasileira de Ortopedia, 2015; 50(4):469-471

GOZZI, **Anatomia do joelho – articulações e lesões.** 2016. Disponível em: .  
<https://www.youtube.com/watch?v=19356wylcl&t=106s> . Acesso: Out. 2021

GENTIL, P. **Eletroestimulação,** 2004. Disponível em:  
<https://www.gease.pro.br/eletroestimulacao/>. Acesso: Out. de 2021.

HASEGAWA ,S.; KOBAYASHI, M.; ARAI R.; TAMAKI, A.; NAKAMURA, T. ; MORITANI T. **Effect of early implementation of and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction.** Journal of Electromyography and Kinesiology, 2016; 21(4):622-630

HUNTER, Robert E.; SGAGLIONE, Nicholas A. **O Joelho.** Rio de Janeiro: Elsevier, 296p., Brasil, 2012.

JANUÁRIO, M.; DE BARROS, J. E. **Complicações pós-cirúrgicas da reconstrução do ligamento cruzado anterior.** Fisioterapia Brasil , 4 (6), 402-408, 2019.

JANSSEN R. P. A.; WIJK, J. FIEDLER, A.; SCHMIDT, T.; HARM A.; SALA, G. M.; SCHEFFLER, S. U. **Remodelling of human hamstring autografts after anterior cruciate ligament reconstruction.** 2011. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Berlin,

KIM, K. M.; CROY, T.; HERTEL, J.; SALIBA S. **Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review.** J Orthop Sports Phys Ther. 2010 Jul;40(7):383-91.

LABANCA, L.; ROCCHI, J.E.; LAUDANI, L.; GUITALDI, R.; VIRGULTI, A.; MARIANI P.P.; MACALUSO, A. **Neuromuscular Electrical Stimulation Superimposed on Movement Early after ACL Surgery.** Med Sci Sports Exerc. 2018 Mar;50(3):407-416.

LEPLEY, L.K.; WOJTYS E. M.; PALMIERI-SMITH, R.M. **Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction.** The Knee, 2015; 22(3):270- 277.

MAIA, J. **Ruptura do ligamento cruzado anterior.** In: Fisio Informa, magazine online sobre saúde e fisioterapia, outubro de 2012.

MEDEIROS, F. V. et al. **Kilohertz and Low-Frequency Electrical Stimulation With the Same Pulse Duration Have Similar Efficiency for Inducing Isometric Knee Extension Torque and Discomfort.** Am J Phys Med Rehabil, v. 96, n. 6, p. 388-394, Jun 2017.

MORAN, U.; GOTTLIE, B. U.; GAM, A. *et al.* **Estimulação elétrica funcional após reconstrução do ligamento cruzado anterior: um estudo piloto controlado randomizado.** J NeuroEngineering Rehabil 16, 89 (2019). MATA, 2009. **Estudo Biomecânico da Articulação do Joelho.** Relatório da Tese de investigação. FEUP. 2009

MALTA, M.; PACHECO, Q. **Biomecânica do joelho durante o exercício de agachamento dinâmico: Revisão Narrativa.** Uberlândia, 2017. Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Acesso em Out. 2020.

SANTOS, 2015. **Protocolos de tratamento fisioterapêutico no pós operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior em atletas profissionais: revisão de literatura.** Revista Científica FacMais, Volume. VII, Número 3. Ano 2016/2º Semestre. ISSN 2238-8427. (2016)

SILVA, T.; SILVEIRA, T.; FORTINO, E. **Atuação do fisioterapeuta com jogadores que tiveram lesões no ligamento cruzado anterior.** Perspectiva: Ciência e Saúde, Osório, V. 5 (3): 96-104, Dez 2020.

SISU, A.; CEBZAN, C.; PETRESCU, C.; MOTOC, A.; CIPU, D.; TATU, C.; TATU, F. **ACL (Anterior Cruciate Ligament) reconstruction using hamstring tendo graft-a case report.** Fiziologia- Physiology, 68, 14-16 ( 2010).

TARADAJ, J. *et al.* **The effect of neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and knee function in professional soccer players: return to sport after ACL reconstruction.** BioMed research international, v. 2013.

TOTH M.J *et al.* **Utility of Neuromuscular Electrical Stimulation to Preserve Quadriceps Muscle Fiber Size and Contractility After Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction: A Randomized, Sham-Controlled, Blinded Trial.** Am J Sports Med. 2020 Aug;48(10):2429-2437. doi: 10.1177/0363546520933622. Epub 2020 Jul6. PMID: 32631074; PMCID: PMC7775613.

VOJNOSANIT, P. *et al.* **Comparative analysis of morphometric parameters of intercondylar notch in patients with and without anterior cruciate ligament tears.** Chron Dis J. v. 1, n. 1, 2013.