

OS BENEFÍCIOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR NO QUADRÍCEPS DE INDIVÍDUOS EM PÓS-OPERATÓRIO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)

THE BENEFITS OF NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION ON THE QUADRICEPS OF INDIVIDUALS AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL) SURGERY

LOS BENEFICIOS DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NEUROMUSCULAR EN EL CUÁDRICEPS DE INDIVIDUOS DESPUÉS DE UNA CIRUGÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)

Eduardo Fernando Koga Algosó¹
Amanda Santiago da Rocha²

RESUMO: A capacidade reduzida de contrair o músculo quadríceps devido a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é evidente no pós-operatório, devido ao mecanismo protetor chamado inibição muscular atrogênica (IAM). A fraqueza crônica e falha na ativação voluntária da musculatura do quadríceps podem persistir por anos após a lesão, aumentando o risco de novas lesões e no desenvolvimento de artrose precoce. A aplicabilidade da eletroestimulação do quadríceps pode ser uma intervenção útil para melhorar os déficits após a reconstrução deste ligamento. O objetivo do presente estudo foi verificar os benefícios e parâmetros utilizados na eletroestimulação no quadríceps de indivíduos em pós-operatório de ligamento cruzado anterior. Foram utilizadas as seguintes bases de dados: PubMed, Scielo, Google Acadêmico e PeDro, utilizando as seguintes palavras chaves “ligamento cruzado anterior, FES, e Quadríceps, com artigos em português e inglês. Os resultados destacam a importância da eletroestimulação o mais precoce possível na reabilitação de LCA, gerando benefícios como a redução do edema e o aumento da força muscular do quadríceps, porém, este recurso apresenta várias divergências na literatura com relação aos parâmetros utilizados, outro ponto relevante a se destacar é a utilização deste recursos que são utilizados de maneira isolada, sempre que possível associar exercícios ativos com a utilização da eletroterapia, afim de potencializar os ganhos de força muscular e preparar o paciente para os estágios seguintes da reabilitação.

Palavras-chave: Eletroestimulação. Quadríceps. Ligamento cruzado anterior.

¹Fisioterapeuta pela Universidade Anhanguera Bandeirantes.

²Orientadora e Docente no curso de fisioterapia da Anhanguera Bandeirantes. Mestrado em exercício físico na promoção da saúde 2018-2020. Fisioterapeuta pela Universidade Estadual do Norte do Paraná-UENP.

ABSTRACT: The reduced ability to contract the quadriceps muscle due to anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction surgery is evident in the postoperative period, due to the protective mechanism called atrophic muscle inhibition (AMI). Chronic weakness and failure in voluntary activation of the quadriceps muscles can persist for years after injury, increasing the risk of new injuries and the development of early osteoarthritis. The applicability of quadriceps electrical stimulation may be a useful intervention to improve deficits after reconstruction of this ligament. The aim of the present study was to verify the benefits and parameters used in electrical stimulation in the quadriceps of individuals in the postoperative period of anterior cruciate ligament surgery. The following databases were used: PubMed, Scielo, Google Scholar and PeDro, using the following keywords “anterior cruciate ligament, FES, and Quadriceps”, with articles in Portuguese and English. The results highlight the importance of electrostimulation as early as possible in ACL rehabilitation, generating benefits such as reducing edema and increasing quadriceps muscle strength. However, this resource presents several divergences in the literature regarding the parameters used. Another relevant point to highlight is the use of these resources that are used in isolation, whenever possible associating active exercises with the use of electrotherapy, in order to enhance muscle strength gains and prepare the patient for the following stages of rehabilitation.

Keywords: Electrostimulation. Quadriceps. Anterior cruciate Ligament.

RESUMEN: La capacidad reducida para contraer el músculo cuádriceps debido a la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es evidente en el postoperatorio, debido al mecanismo protector llamado inhibición del músculo atrogénico (IAM). La debilidad crónica y la falta de activación voluntaria de los músculos cuádriceps pueden persistir durante años después de la lesión, lo que aumenta el riesgo de nuevas lesiones y el desarrollo de osteoartritis temprana. La aplicabilidad de la estimulación eléctrica del cuádriceps puede ser una intervención útil para mejorar los déficits tras la reconstrucción de este ligamento. El objetivo del presente estudio fue verificar los beneficios y parámetros utilizados en la estimulación eléctrica (FES) en el cuádriceps de individuos después de una cirugía del ligamento cruzado anterior. Se utilizaron las siguientes bases de datos: PubMed, Scielo, Google Scholar y PeDro, utilizando las palabras clave “ligamento cruzado anterior, FES y Cuádriceps”, con artículos en portugués e inglés. Los resultados resaltan la importancia de la estimulación eléctrica (FES) lo más tempranamente posible en la rehabilitación del LCA, generando beneficios como la reducción del edema y el aumento de la fuerza del músculo cuádriceps. Sin embargo, este recurso presenta varias divergencias en la literatura en cuanto a los parámetros utilizados, otro punto relevante. Se destaca el uso de estos recursos que se utilizan de forma aislada, asociando siempre que sea posible ejercicios activos al uso de electroterapia, con el fin de potenciar las ganancias de fuerza muscular y preparar al paciente para las siguientes etapas de rehabilitación.

Palabras clave: Electroestimulación. Cuádriceps. Ligamento cruzado anterior.

INTRODUÇÃO

Patologias do joelho como rupturas do ligamento cruzado anterior (LCA) são frequentemente submetidas a intervenções cirúrgicas, para tratar os sintomas ou a saúde geral

da articulação, e efeitos como redução da força muscular e assimetria são comuns após a cirurgia do joelho (Conley *et al.*, 2021)

O maior índice da lesão do LCA é no ramo esportivo, sendo mais prevalente nos atletas profissionais de futebol, estima-se que 64% das lesões acometidas no joelho são durante a realização de algum esporte. As consequências pós lesão podem gerar alterações funcionais, além da perda ou redução da força muscular, degeneração articular, tornando o atleta mais suscetível a lesões futuras (Da Rocha *et al.* 2021).

A maioria dos casos de lesão de LCA são cirúrgicos, pois permitirá a restauração do ligamento acometido, devolvendo a estabilidade anatômica e funcional da articulação do joelho, visando a prática esportiva. A fisioterapia é responsável pela reabilitação do atleta no pré e pós-operatório, focando em protocolos que tragam resultados rápidos e eficazes (Da silva; Fortino; Silveira, 2020)

Cerca de 80% dos pacientes submetidos a reconstrução do LCA retornam a algum tipo de atividade esportiva, contudo 65% retornam ao nível pré-lesão Kotsifaki *et al.* (2023) um dos efeitos do pós operatório é a atrofia das fibras musculares, principalmente no quadríceps, com predominância das fibras tipo II, gerando atrofia muscular que pode persistir por anos apesar da reabilitação; gerando insatisfação com o LCA e acelera a progressão da osteoartrite, sugerindo a necessidade de melhora nos programas de reabilitação (Toth *et al.* 2020).

Uma alteração nas relações entre a força do quadríceps e o desempenho funcional do indivíduo, a capacidade de realizar contrações voluntárias da musculatura é um problema comum após uma lesão do joelho, mesmo não havendo danos musculares e nervosos, tal condição é chamada de inibição muscular artrogênica Hauger *et al.* (2017) que se trata de uma inibição reflexa continua do quadríceps, gerando dificuldade do paciente contrair voluntariamente a musculatura extensora do joelho (Labanca *et al.* 2018)

Considerando que as fibras musculares afetadas no pós-operatório não se recuperam o tamanho quando os pacientes retornam as atividades, a eletroestimulação visa mitigar esta atrofia Toth *et al.* (2020), portando os dois primeiros meses após a reconstrução do LCA tem como objetivo recuperar a ADM (amplitude de movimento), reduzir o edema e recuperar a força muscular (Labanca *et al.*, 2020).

A eletroestimulação elétrica neuromuscular (EENM) visa a contração muscular através das correntes de eletrodos sobreposto ao músculo e comumente utilizados nos programas

iniciais de reabilitação, com intuito de potencializar contração muscular, devido ao efeito da inibição que ocorre após a cirurgia (Toth *et al.* 2020) a EENM pode ser utilizada tanto em atividades funcionais quanto na reabilitação habitual ou de maneira isolada, entretanto há vários conflitos entre os parâmetros utilizados na EENMS para contribuir o efeito terapêutico na força do quadríceps, tendo em vista que fatores como o tamanho do eletrodo, frequência, intensidade duração de pulso, tipo de corrente, ciclo de trabalho, tempo da rampa de subida, descida e ângulo do joelho agem como empecilho para a contribuição de um padrão a ser seguido (Conley *et al.*, 2021)

Conley *et al.* (2021) aponta a intensidade como o parâmetro mais importante para recuperar a força, sendo necessário utilizar no nível máximo de tolerância do paciente, para obter uma contração muscular visível, tendo uma progressão desta intensidade a cada sessão.

REFERENCIAL TEÓRICO

Anatomia do joelho

O complexo do joelho é constituído por duas articulações, femoropatelar e a femorotibial, acompanhadas de grupos musculares e estruturas ligamentares, sendo os músculos estabilizadores dinâmicos e os ligamentos estabilizadores estáticos (Noia *et al.*,2021)

No joelho se encontram quatro estruturas fundamentais para manter a estabilidade articular, sendo o ligamento cruzado anterior, ligamento cruzado posterior, ligamento colateral lateral e medial, de forma geral, todas essas estruturas trabalham para manter a estabilidade da articulação (Da Cunha *et al.* 2021). O LCA está localizado na região interna do joelho, mais precisamente na parte central e anterior da cápsula articular, e tem como evitar a translação anterior da tíbia em relação ao fêmur (Noia *et al.*, 2021)

O LCA é composto por tecido fibroso, com um comprimento de aproximadamente 11 a 17 milímetros, sua inserção mais proximal está localizada no ângulo posterior da superfície medial do côndilo femoral e seu trajeto cruza a articulação e se insere na espinha tibial anterior, ligando o fêmur e a tíbia Silva *et al.* (2022) embora seja pouco vascularizado, recebe alguma irrigação pela artéria geniculada média e artéria geniculada ínfero- lateral, esta irrigação desempenha um papel crucial no processo de cicatrização do ligamento, através da recuperação natural ou intervenção cirúrgica.

Mecanismo de lesão

Qualquer prática esportiva está sujeita a lesões, principalmente atividades que necessitam de mudanças bruscas de direções, saltos e aterrissagem. O LCA pode sofrer ruptura parcial ou total, como resultado do contato direto ou indireto, quando este ligamento sofre tensões além de sua capacidade (Souza, 2021).

Estas lesões podem ser divididas em três graus, na lesão de grau I existe uma ligeira lesão ligamentar, um estiramento, mantendo a estabilidade da articulação. No grau II ocorrem rupturas parciais das fibras do ligamento, enquanto outras permanecem intactas, permitindo algum nível de estabilidade do joelho. Já o grau III é a ruptura total do ligamento, resultando em instabilidade ou frouxidão do joelho (Pinheiro, 2015).

Eletroestimulação

A utilização de recursos eletro terapêuticos e exercícios faz parte de um programa de intervenção fisioterapêutica. Dentre essas técnicas destaca-se o uso da eletroestimulação neuromuscular (EENM), que por meio da ativação neural, com a finalidade de se obter contração muscular através da utilização de correntes elétricas de baixa frequência (Oliveira *et al.* 2023) O seu uso durante a reabilitação de indivíduos em fase de pós-operatório imediato, está relacionado a tentativa de prevenir os efeitos da imobilização e atrofia muscular (Oliveira *et al.* 2015).

A eletroestimulação funcional (FES) é um tipo de corrente elétrica bifásica de baixa frequência de 1-100 Hertz (HZ), representada graficamente por uma onda quadrada, tendo principal função a hipertrofia muscular (Krueger, 2010) a fisiologia da sua aplicação se baseia na descarga elétrica da corrente nas fibras motoras do músculo paralisado, através da estimulação da inversão de cargas da membrana celular atingindo o platô de despolarização, gerando uma resposta síncrona em todas as unidades motoras, promovendo uma contração mais eficiente (Krueger, 2010)

Geralmente a modulação dos parâmetros irá depender do tipo e marcha do aparelho, mas no geral, o primeiro parâmetro é regular a frequência da corrente em hertz (HZ), a qual varia de 1 a 100. Para produção de força muscular é recomendável uma frequência de 30 a 80 HZ (Castro *et al.*, 2015), outro parâmetro de grande importância é a duração de pulso, o qual permite

ajuste entre 200-400 (us), quanto maior o tempo de pulso, melhor será a resposta dada a partir do estímulo, gerando assim a contração muscular (Krueger, 2011).

A relação entre o tempo de contração (ON): tempo de subida, equivalente a entrega da corrente ao tecido muscular, e o tempo de repouso (OFF) onde essa entrega do estímulo para o músculo é de (1,2), ou seja, o tempo (OFF) deve ter o dobro do valor do tempo (ON). (Krueger, 2011).

A aplicação da corrente FES é realizada por meio da aplicação de eletrodos superficiais, sendo o mais utilizada na prática clínica dispostos sobre a pele com gel condutor (Krueger, 2011).

MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, visando analisar artigos produzidos entre 2011 a 2024, com idioma em português e inglês. Foram utilizadas as seguintes bases de dados: PubMed/MEDLINE, Scielo, PeDro e Google acadêmico. A busca foi realizada a partir da combinação dos termos: Ligamento cruzado anterior, FES e Quadríceps. Após a combinação foram selecionadas ensaios clínicos, revisões sistemáticas, meta-análise e Guideline que corresponderam às palavras chaves. Os critérios de inclusão foram estudos que envolvessem pacientes no pós-operatório precoce de LCA com foco no fortalecimento do Quadríceps, estudos que utilizaram o FES. Os artigos excluídos foram aqueles que não se enquadraram nos critérios de inclusão supracitados.

845

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 oferece informações sobre os principais estudos incluídos nesta revisão, com informações sobre autor/ano, título do trabalho, tipo de estudo e os principais resultados encontrados

Tabela 1 / Principais estudos selecionados para a revisão

| Autor | Título | Estudo | Resultado |
|---------------------------|--|----------------|---|
| Toth <i>et al.</i> (2020) | Utilizada da estimulação elétrica neuromuscular para preservar o tamanho e contratilidade das fibras musculares do quadríceps após lesão | Ensaio clínico | O programa de EENM reduziu significativamente em torno de 3 semana a contratilidade da fibra muscular. O uso da EENM por um tempo maior aos a cirurgia pode |

| | | | |
|-------------------------------|---|---|--|
| | e construção do ligamento cruzado anterior | | melhorar a força muscular e limitar assimetria dos membros |
| Conley et al. (2021) | Comparação de parâmetros de estimulação elétrica neuromuscular para força pós-operatória do quadríceps em pacientes após cirurgia de joelho | Revisão sistemática | É recomendado implementar a EENM durante as duas primeiras semanas de pós-operatório para auxiliar na recuperação da força do quadríceps após a cirurgia de joelho. |
| Hauger et al. (2018) | A estimulação elétrica neuromuscular é eficaz no fortalecimento do músculo quadríceps após cirurgia do ligamento cruzado anterior | Artigo original | A eletroterapia com adição a fisioterapia pode aumentar significativamente a força muscular do quadríceps em comparação a fisioterapia isolada. |
| Kotsifaki et al. (2023) | Diretriz de prática clínica da Aspetar sobre reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior | Diretriz | Houve melhora nos pacientes submetidos a EENM associado a atividades funcionais para ganho de força muscular e redução do edema, comparado com o grupo que recebeu apenas EENM |
| Kong et al. (2022) | Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular e da restrição do fluxo sanguíneo na reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior | Ensaio clínico | A eletroestimulação proporcionou o aumento da força muscular e aumento da circunferência da coxa, sugerindo hipertrofia muscular e consecutivamente aumento da força no quadríceps. |
| Faria e Souza. (2023) | Eletroestimulação no pós-operatório precoce de ligamento cruzado anterior (LCA) | Revisão bibliográfica | O uso da eletroterapia de maneira precoce favoreceu o fortalecimento muscular, evitando atrofia das fibras e proporcionando redução do quadro álgico. |
| Labanca et al. (2018) | Esimulação elétrica neuromuscular sobreposta ao movimento logo após cirurgia do LCA | Ensaio clínico | A qualidade da reabilitação associada a uma intervenção de resistência estruturada, associada a EENNM pode ser muito superior nas funções do joelho, como força muscular em curto e longo prazo. |
| Moran et al. (2019) | Estimulação elétrica funcional após reconstrução do ligamento cruzado anterior | Estudo piloto, randomizado e controlado | O uso do FES combinado com a reabilitação tradicional é uma opção variável, mostrando eficácia nas primeiras 4 semanas de pós operatório para melhora da força muscular. |
| Lepley; Wojtvs; Smith. (2015) | Combinação de exercícios excêntricos e estimulação elétrica neuromuscular para melhorar a força do quadríceps após reconstrução do LCA | Ensaio clínico | Uma combinação de EENM e exercícios excêntricos foram efetivos para restaurar a assimetria dos membros. Maiores ângulos de flexão de joelho foram encontrados para melhorar a força do quadríceps. |
| Feil et al. (2011) | Eficácia da suplementação de um programa de reabilitação padrão com estimulação elétrica neuromuscular sobreposta após reconstrução do ligamento cruzado anterior | Ensaio clínico | A EENM estimulação elétrica em combinação com os exercícios foram superiores ao grupo controle que recebeu apenas exercícios |
| Souza et al. (2020) | Uso da eletroestimulação em pacientes que apresentam inibição | Revisão sistemática | O uso da EENM deverá ser indicado apenas como coadjuvante, pois |

muscular artrogênica após a cirurgia
de ligamento cruzado anterior

potencializa o ganho de força muscular
e melhora a ativação do quadríceps.

Toth *et al.* (2020) propôs um ensaio clínico randomizado para verificar a eficácia da eletroestimulação para preservar o tamanho e a contratilidade das fibras musculares do quadríceps, tendo em vista que a inibição muscular após a reconstrução do LCA gera déficits motores. Foram obtidos resultados satisfatório com o uso da eletroestimulação, principalmente na atrofia de fibras tipo I e II; Portando a eletroestimulação associada a exercícios isométricos ou isotônicos antes da lesão e após o período da cirurgia, deriva de benefícios da prevenção de atrofia muscular mas não no tamanho do músculo, já que esses pacientes apresentam fluido no músculo (Edema) e portando, é necessário mais estudos para avaliar com mais cautela principalmente durante o pós operatório os efeitos da EENM no diâmetro do musculo.

Conley *et al.* (2021) buscou uma comparação de parâmetros da eletroestimulação elétrica neuromuscular (NMES) para o ganho de força no quadríceps no pós-operatório em pacientes submetidos a RLCA; os protocolos com durações de pulsos mais longos (2500ms, 3000ms e 4000ms) acarretam com um torque aumentado com o aumento da duração de pulso, resultando no aumento da área estimulada do músculo. Com relação ao ciclo de trabalho foram identificados efeitos positivos na proporção de 1:2, 1:3 com uma rampa de 2 a 3 segundo outro ponto a ser visto é o ângulo do posicionamento do joelho, foram demonstrados que um ângulo de 60° produz maior torque na extensão de joelho, porém nem todos os pacientes conseguem esta angulação no pós-operatório imediato, sendo assim, considera-se um ângulo próximo a 60°. O Hz é recomendado a frequência de 50 ou maior, a intensidade deve ser ajustada conforme a tolerância do paciente. Portando há evidências nível B com relação ao EENM para ganho de força no quadríceps, com bases nesses parâmetros demonstrados um bom efeito na reabilitação desses pacientes.

No estudo proposto por Hauger *et al.* (2017) a adição da EENM associado a fisioterapia convencional parece aumentar significativamente a força do quadríceps em relação a fisioterapia isolada, sendo assim um recurso importante para evitar a inibição do quadríceps, prevenir atrofia muscular, proporcionar uma ativação mais rápida e acelerando o processo de reabilitação a curto prazo.

Kotsifaki. *et al* (2023) propôs em sua diretriz a investigação das intervenções fisioterapêuticas, sejam isoladamente ou em combinação. O uso de EENM de maneira isolada,

sem associar com exercícios trouxeram uma melhora moderada de força no quadríceps, outra comparação foi a associação da eletroestimulação com atividades funcionais e houve uma melhora ainda maior, sendo assim a associação da EENM com os exercícios é muito mais benéfico, tanto na força quanto na redução do edema. A crioterapia também é um recurso que pode ser implementado durante a fase de proteção máximo, pois auxilia na redução do quadro álgico e redução do edema; porém é recomendado a orientação do paciente para que ele realize em casa a aplicação da crioterapia.

Outro ponto importante abordado na diretriz de Kotsifaki. *et al* (2023) é a exclusão de algumas terapias, como por exemplo o kinesio-tape e o agulhamento a seco. Foram abordados os exercícios, o recurso mais importante na reabilitação, trazendo diversos efeitos positivos, desde que sejam respeitadas as fases em que o paciente se encontra; concluindo que todos os exercícios trouxeram efeitos no aumento de força, redução da dor femoropatelar aqueles submetidos a enxerto patelar, ganho de amplitude de movimento, controle motor e hipertrofia muscular.

Em seu ensaio clínico Labanca *et al.* (2018) propôs o uso da EENM no quadríceps sobreposta ao exercício voluntário de sentar e levantar durante 6 semanas. Os pacientes foram divididos em três grupo: grupo EENM + exercícios de sentar e levantar, grupo apenas com sentar e levantar e o grupo sem tratamento adicional. O treinamento durou 60 dias e consistiu em cinco sessões por semana com frequências de 35 a 50hz, visando estimular as fibras rápidas e lentas. Podem-se concluir que o uso da EENM + exercícios de sentar e levantar nos primeiros 2 meses após a cirurgia foi eficaz na recuperação da força simétrica nos membros inferiores durante os movimentos funcionais.

Feil *et al.* 2011 comparou a adição de eletroestimulação convencional e eletroestimulação de um grupo submetido por The Kneehab e outro controle (sem o uso da eletroestimulação) a um programa de reabilitação de LCA, ambos os grupos enfatizaram a extensão completa e da função do quadríceps o mais rápido possível, enfatizando a cadeia cinética fechada durante as primeiras 6 semanas com a sincronização da eletroestimulação no treino muscular isométrico durante 12 semanas. Os pacientes submetidos ao The Kneehab alcançaram resultados mais consistentes, tanto na força, melhores desempenho funcionais comparado ao grupo de EENM convencional.

Kong *et al.* 2022 apresentam em seu ensaio clínico os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular e da restrição de fluxo sanguíneo, ao qual foram divididos em três grupos, o grupo 1 submetidos a exercícios gerais de reabilitação, grupo 2 submetidos a exercícios gerais + EENM, e o grupo 3 submetidos a exercícios de reabilitação com restrição do fluxo sanguíneo durante 12 semanas. Neste estudo foram evidenciados que a EENM e restrição do fluxo sanguíneo mostraram-se eficaz para a função muscular do quadríceps, melhora da resistência muscular e melhora no teste de Y balance teste dinâmico, portando tanto a EENM quanto a restrição do fluxo sanguíneo devem ser empregadas aos exercícios físicos, para um melhor desempenho muscular.

Moran *et al.* (2019) buscaram utilizar a EENM para melhorar a ativação do quadríceps durante a marcha após a reconstrução do ligamento cruzado anterior; foram utilizados uma duração de 300us, frequência de 40hz e uma intensidade máxima de 100, com uma corrente simétrica bifásica retangular, o grupo que receberam o fez no quadríceps durante 10 minutos a três dias por semanas, enquanto caminhava, além do protocolo padrão de reabilitação para ganho de força muscular; os participantes no grupo de EENM usaram o mesmo sistema de estimulação elétrica (mesmo parâmetros e posicionamentos idênticos) 10s de estimulação e 10s de pausa.

Na revisão sistemática de Souza *et al.* (2020) foram abordados estudos que utilizaram a Estimulação Elétrica Neuromuscular no pós-operatório, foram identificados melhora no quadro dos pacientes, dando ênfase na redução do edema, redução do quadro algico, e diminui a perda de volume muscular, maior ativação muscular do quadríceps. Desta a forma a EENM precisa sempre ser uma terapia coadjuvante ao exercício e nunca utilizada de maneira isolada.

Faria e Souza (2023) relatam que a ruptura do ligamento cruzado anterior são bem frequentes entre praticantes de esportes, sendo sua prevalência no sexo masculino, e um dos recursos utilizados no pós-operatório precoce e a estimulação elétrica funcional (FES), que auxilia na prevenção de hipertrofias e contraturas musculares, redução do edema, e diminuição do quadro algico.

De acordo com Lepley; Wojtys; Palmieri, (2015) Há hipótese de que, em comparação com o padrão de atendimento e a intervenção somente EENM, um programa de reabilitação com base excêntrica, que foi encontrado para reinstituir a função normal do quadríceps em um trabalho anterior, resultaria em uma medida maior da simetria do

membro do joelho no plano sagital, em que esses pacientes demonstrariam ângulos de flexão do joelho e momentos que mais se assemelham ao seu membro contralateral não lesionado durante atividade dinâmica. Além disso, hipostenizaram que uma maior simetria do membro da força do quadríceps estaria positivamente associada a uma maior simetria biomecânica do membro

CONCLUSÃO

A análise obtida nesse trabalho demonstra que a adição da eletroestimulação a um programa de reabilitação padrão tem efeitos significativos no ganho de força muscular, redução do edema e redução do quadro algico. Apesar de haver algumas desavenças em relação aos parâmetros, todos os estudos evidenciaram resultados positivos.

REFERÊNCIAS

CONLEY, Caitlin E. W. *et al.* A comparison of neuromuscular electrical stimulation parameters for postoperative quadriceps strength in patients after knee surgery: a systematic review. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 13, n. 2, p. 116-127, 11 jan. 2021.

DA CUNHA, Diana Oliveira *et al.* Eficácia da Eletroestimulação no Fortalecimento de Quadríceps no Pós-Operatório de LCA: revisão de literatura. *Amazon Live Journal*. v. 3, n.4, p. 1-12, 2021.

DA ROCHA, Mariane Silva Teixeira *et al.* **Estudo comparativo pós-lesão de lca em atletas amadores de futebol: tratamento cirúrgico x conservador.** Disponível em: <https://ri.unipac.br/repositorio/trabalhos-academicos/estudo-comparativo-pos-lesao-de-lca-em-atletas-amadores-de-futebol-tratamento-cirurgico-x-conservador/>.

DA SILVA, Tainara Silva Lopes.; FORTINO, Evandro Fortino.; SILVEIRA, Tais Silva.

Atuação do Fisioterapeuta com Jogadores que tiveram lesões no ligamento cruzado

anterior. **Revista Perspectiva: Ciência e Saúde**, v. 5, n. 3, 2020.

FEIL, Sven *et al.* The effectiveness of supplementing a standard rehabilitation program with superimposed neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 1238-1247, 22 fev. 2011.

HAUGER, Annette V. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 26, n. 2, p. 399-410, 17 ago. 2017.

KONG, Doo-Hwan et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation and blood flow restriction in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 22, p. 15041, 15 nov. 2022

KOTSIFAKI, Roula et al. Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. **British Journal of Sports Medicine**, p. bjsports—2022-106158, 2 fev. 2023

KRUEGER BECK, Eddy *et al.* Efeitos da estimulação elétrica funcional no controle neuromuscular artificial. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 3, p. 530-541, 31 mar. 2011.

LABANCA, Luciana *et al.* Neuromuscular electrical stimulation superimposed on movement early after ACL surgery. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n. 3, p. 407-416, mar. 2018.

LEPLEY, Lindsey K.; WOJTYS, Edward M.; PALMIERI-SMITH, Riann M. Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. **The Knee**, v. 22, n. 3, p. 270-277, jun. 2015.

MORAN, Uria et al. Functional electrical stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled pilot study. **Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation**, v. 16, n. 1, 12 jul. 2019.

NOIA, A. L. F, et al. Efeitos da cinesioterapia em pacientes no pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 8, p. 874-887, 2021

851

OLIEIRA, A. L. B, et al. A influência da eletroestimulação e da cinesioterapia em pacientes pós operados de lesão do ligamento cruzado anterior. **FACSETE Health Sciences**. v. 2, n. 2. 2023.

PINHEIRO, A; SOUSA, C. V. Lesão do ligamento cruzado anterior. **Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia**, v. 23, n. 4, p. 320-329, 2015

SILVA, T. P. et al. Atuação Fisioterapêutica no Tratamento de Lesão do Ligamento Cruzado Anterior em Atletas de Futebol. In: **Caminhos das Investigações Sociais e de Saúde na Contemporaneidade**. [s.l.] EPITAYA, 2022. p. 176-214.

SOUZA, Dos Santos et al. Uso da eletroestimulação em pacientes que apresentam inibição muscular artrogênica após a cirurgia de ligamento cruzado anterior. **Brazilian Journal of Surgery e Clinical Research**, 2020, v. 30, p36.

SOUZA D.V; FARIA de M. E. M. Eletroestimulação no pós-operatório precoce de ligamento cruzado anterior (LCA). **Revista Saúde Dos Vales**, v. 3, n. 1, 2023.

TOTH, Michael 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. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 10, p. 2429-2437, 6 jul. 2020.