

## Revisão da Literatura

### O uso da estimulação elétrica neuromuscular no quadríceps femoral após reconstrução do ligamento cruzado anterior: revisão de literatura

#### The use of neuromuscular electrical stimulation not femoral quadriceps after reconstruction of the anterior cruciate ligament: literature review

**Carlos Rocha do Nascimento<sup>a</sup>, Ronney Jorge de Souza Raimundo<sup>b</sup>, Keite oliveira de Lima<sup>c</sup>, Marcus Tullius de Paula Senna<sup>c</sup>, Ernesto Luis Hernandez Jova<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Faculdade Sena aires, Valparaíso - GO, Brasil

<sup>b</sup>Doutor (Faculdade Sena aires, Valparaíso - GO, Brasil, Centro universitário Estácio de Sá – DF, Brasil)

<sup>c</sup>Centro universitário Estácio de Sá – DF, Brasil

#### INFORMAÇÃO DO ARTIGO

##### Histórico do artigo:

Recebido em 05 Junho 18

Revisado em 10 Julho 18

Aceito em 08 Agosto 18

##### Palavras-chave:

Ligamento cruzado anterior

Estimulação elétrica

Inibição Artrogênica

#### RESUMO

**Introdução:** A ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é comum em esportes coletivos. Essa lesão afasta por um longo período o atleta das práticas esportivas. Após a cirurgia de reconstrução do (LCA) ocorre um processo de inibição artrogênica no quadríceps do membro doador do enxerto. A Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) é utilizada para reverter esse processo de inibição, promovendo o fortalecimento muscular do quadríceps. **Objetivo:** Este estudo tem por objetivo avaliar a efetividade da EENM na reabilitação do LCA através de uma revisão da literatura pertinente. **Metodologia:** Foram incluídos trabalhos em inglês e português. Para critério de inclusão, os artigos deveriam se relacionar com o tema e excluídos os artigos que não se referiam aos assuntos pesquisados ou não tinham disponibilidade de todo o conteúdo. Foram escolhidos artigos e um livro referente ao tema com os seguintes descritores, LCA, RLCA, EENM, Inibição Artrogênica e Reabilitação de Ligamento Cruzado Anterior. **Resultado:** Os trabalhos analisados relatam que a EENM é eficaz no tratamento da inibição artrogênica causada na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, porém o recurso deve ser associado a outras técnicas fisioterapêuticas para que se tenha melhora do quadro clínico. **Conclusão:** Faz-se necessária a realização de outros estudos para esclarecer e determinar parâmetros, posicionamento e tamanho dos eletrodos, modulação de frequência e largura de pulso, assim como as correntes que se mostram mais efetivas no tratamento e o momento da aplicação da EENM.

#### Abstract

**Introduction:** Anterior cruciate ligament rupture (ACL) is common in collective sports. This injury distances the athlete for a long time from sports practices. After reconstructive surgery (ACL), a process of arthrogenic inhibition occurs in the quadriceps of the graft donor. Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) is used to reverse this inhibition process, promoting the muscular strengthening of the quadriceps. **Objective:** This study aims to evaluate the effectiveness of NMES in the rehabilitation of the ACL through a review of the relevant literature. **Methodology:** Works in English and Portuguese were included. For inclusion criteria, the articles should relate to the topic and excluded articles that did not refer to the subjects researched or did not have all content available. We selected articles and a book on the subject with the following descriptors, LCA, RLCA, EENM, Arthrogenic Inhibition and Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation. **Results:** The studies analyzed report that NMES is effective in the treatment of arthrogenic inhibition caused by reconstruction surgery of the anterior cruciate ligament, but the use must be associated with other physiotherapeutic techniques in order to improve the clinical picture. **Conclusion:** It is necessary to perform other studies to clarify and determine parameters, position and size of the electrodes, frequency modulation and pulse width, as well as the currents that are most effective in the treatment and the moment of NMES application

#### Keywords:

Anterior cruciate ligament

Electrical stimulation

Arthrogenic inhibition

\* carlos rocha do nascimento

Tel.: (61)99213-9247

E-mail: carlos\_rocha762@hotmail.com

## Introdução

Durante a prática esportiva principalmente em esporte coletivos a estrutura mais lesionada na articulação do joelho é o Ligamento Cruzado Anterior (LCA). Sua ruptura é causada por um movimento de rotação no seu próprio eixo.<sup>1</sup> Essa lesão ocorre pela exposição à forças extrínsecas e também pela alta demanda funcional da articulação.<sup>2</sup> Sua incidência é mais comum na faixa etária entre 10 e 29 anos, sendo mais frequente em homens, apesar das mulheres terem fatores hormonais que favoreçam a lesão do LCA.<sup>3</sup>

O tratamento para a lesão do LCA para atletas que desejam retornar ao esporte é cirúrgico, sendo feita a reconstrução do ligamento. Os enxertos do tendão do quadríceps e dos flexores de joelho são os mais utilizados no ato cirúrgico. A escolha pelo enxerto depende da experiência do cirurgião e da largura final do enxerto após uma extensão, isso se justifica pelo fato de que enxertos mais longos são mais seguros.<sup>4</sup> Um dos efeitos mais conhecidos após a cirurgia é a fraqueza muscular do quadríceps.<sup>5</sup> O local da retirada do enxerto não é o único motivo que leva a esse déficit muscular, pois logo após a cirurgia, há dois fatores que colaboram com essa fraqueza muscular: a inibição do quadríceps e conseqüentemente, a atrofia das fibras.<sup>6</sup> Essas alterações de déficits de excitabilidade podem persistir até o sexto mês após a reconstrução do

LCA.<sup>7</sup>

A fisioterapia tem como principal objetivo a recuperação da diminuição da amplitude de movimento após a cirurgia.<sup>8</sup> O tratamento com a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) no quadríceps busca evitar a inibição muscular e o hipotrofismo, promovendo o aumento da força muscular e, conseqüentemente, o ganho de amplitude de movimento.<sup>9</sup>

Embora existam vários programas de tratamento para reabilitação do LCA<sup>10</sup>, nenhum protocolo busca reverter a fraqueza muscular do quadríceps de forma plenamente eficaz.<sup>11</sup> Isso se explica pela falta de metodologia adotada nos parâmetros de tratamento feitos através do uso da EENM.<sup>12</sup>

Considerando a importância da intervenção fisioterapêutica no pós cirúrgico do LCA e a variedade de protocolos utilizando a EENM, o presente estudo tem como objetivo fazer uma revisão de literatura que trata do uso da EENM no quadríceps após cirurgia de reconstrução do LCA, afim de verificar o uso eficaz da EENM no tratamento de pós cirúrgico do LCA.

## METODOLOGIA

Este trabalho é uma revisão bibliográfica, de caráter descritivo, sobre os benefícios da utilização da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) no pós cirúrgico de

reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior (LCA).

Para a formulação do presente trabalho, foram utilizados os bancos de dados do PUBMED, SCIELO e LILACS.

Foram selecionados artigos referentes aos temas citados com os seguintes descritores, Ligamento Cruzado Anterior, Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior, Estimulação Elétrica Neuromuscular, Inibição Muscular e Reabilitação de Ligamento Cruzado Anterior e incluídos trabalhos relacionados aos temas escritos em inglês e português; e excluídos os artigos que não se referiam aos assuntos pesquisados ou não havia disponibilidade de todo o conteúdo.

## DISCUSSÃO

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é um recurso fisioterapêutico que restabelece as funções motoras e sensitivas através de contrações musculares, favorecendo o fortalecimento muscular.<sup>13</sup> A EENM promove maior recrutamento de unidades motoras a nível eferente e conseqüentemente a melhora da amplitude de movimento articular do joelho.<sup>14</sup> Os efeitos da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) são benéficos para diminuir o processo de hipotrofismo muscular, desde que os parâmetros atendam a excitabilidade do músculo.<sup>15</sup> A EENM pode fazer com que quase todas as unidades motoras

se contraíam de forma sincronizada, algo que não pode ser conseguido com contração voluntária.<sup>16</sup>

Os estudos sobre o benefício da EENM surgiram em 1976 nas olimpíadas de Montreal, quando o médico russo Yakov Kots, obteve ganho de força muscular em atletas utilizando uma corrente de média frequência associada a exercícios físicos.<sup>17</sup> Desde então surgiram várias dúvidas no meio acadêmico sobre a utilização da EENM.

Os protocolos de reabilitação de LCA visam a diminuição do processo inflamatório, hipertrofia muscular, ganho de amplitude de movimento, propriocepção de membros inferiores e readaptação do gesto esportivo.<sup>18</sup>

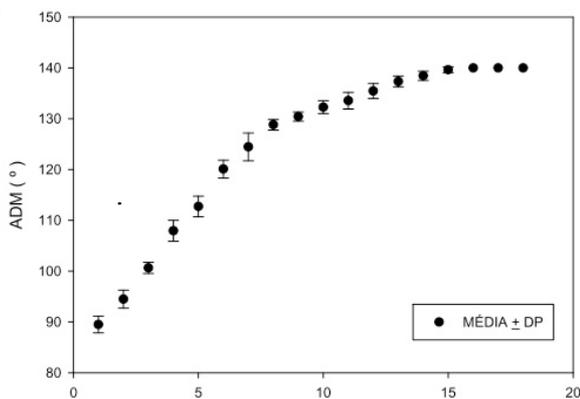
Davine<sup>19</sup>, apresenta seu estudo utilizando o protocolo acelerado modificado onde a EENM foi utilizada como parâmetro de fortalecimento após o terceiro dia de cirurgia, juntamente com aplicação de laser e contração isométrica. A utilização da EENM como recurso de prevenção e recuperação muscular na fase inicial do pós operatório de LCA também foi observado em estudos de outros autores como Almeida *et al*<sup>20</sup> que ressalta a importância de iniciar uso da EENM nos primeiros três dias iniciais de reabilitação.

Com um tempo diferente de início da utilização da EENM, onde a estimulação foi iniciada com um período tardio de pós operatório, Ferreira e Madureira utilizam a

EENM na quinta semana e associam a exercícios em cadeia cinética aberta na sétima semana com resistência progressiva.

Desta forma, conclui-se que a combinação de recursos é um ponto forte na reabilitação de LCA, uma vez que, como visto nos artigos anteriores citados, a EENM está presente em todas as fases do processo de reabilitação e a diferença entre o início da sua utilização não diminui a sua importância.<sup>21</sup>

Assim como Davine e Almeida, que utilizaram da EENM em seus protocolos nas fases iniciais, Sampaio *et al* também obteve bons resultados tanto em ganho de força como em ganho de amplitude de movimento utilizando a EENM nas dezoito semanas iniciais, sendo mais intenso nas primeiras cinco semanas conforme observado no gráfico abaixo 1.<sup>22</sup>



(Gráfico 1) - Gráfico ilustrando o ganho de ADM em flexão do joelho operado ao longo das 18 semanas de tratamento. Valores expressos em média + DP.. Fonte: Felipe SJ, 2008, p.4.

A EENM não foi utilizada em protocolos de reabilitação consagrados mundialmente como por exemplo, o protocolo acelerado de Shelbourne<sup>23</sup> e Campos<sup>24</sup>, onde o

fortalecimento muscular é feito através de exercícios em cadeia cinética fechada e aberta. Os resultados desses tratamentos demonstraram que os protocolos apresentam resultados semelhantes aos obtidos com o uso EENM em relação às condições musculares, porém, o ganho com sua utilização é mais rápido, o que corrobora com autores citados anteriormente os quais preconizam o uso da EENM.

Um dos grandes desafios da EENM é estabelecer parâmetros de tratamento, visto que a efetividade da EENM depende de parâmetros de frequência, duração da fase e intensidade do pulso da estimulação. Diferentes modulações promovem diferentes respostas neuromusculares sendo estas eficazes ou não no tratamento de reabilitação.<sup>25</sup>

Outro fator bastante determinante para a eficácia do tratamento é o estado do músculo afetado. Alguns estudos relatam que a aplicação da EENM não favorece a regeneração neuromuscular, sendo essa aplicação feita antes da regeneração espontânea do músculo.<sup>26</sup> Nesse sentido, a EENM é prejudicial, pois atrasa o processo de cicatrização muscular.<sup>27</sup>

Dentre diversos estudos americanos e europeus, apenas um artigo de revisão sistemática brasileiro escrito em 2011 por Aline Mizusaki avaliou a efetividade da EENM após lesões ligamentares do LCA. Neste estudo foi destacado a importância da necessidade de haver novas evidências que demonstrem a efetividade

da EENM quanto aos parâmetros, posicionamento e tamanho dos eletrodos, modulação de frequência e largura de pulso, assim como as correntes que se mostram mais efetivas.<sup>3</sup>

Até o presente momento, observa-se que os estudos apresentam consenso geral de que a EENM é eficaz no pós cirúrgico do LCA promovendo o ganho de força muscular e de amplitude articular significativo<sup>28,9</sup>, entretanto deve ser associado a outras técnicas fisioterapêuticas para que haja melhora total dessa disfunção.<sup>3,30</sup>

## CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo verificou-se que a Estimulação Elétrica Neuromuscular é eficaz no tratamento clínico da inibição artrogênica ocasionada pela cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. Porém, este recurso deve ser associado a outras técnicas fisioterapêuticas para que se tenha melhora significativa e evolutiva do quadro de reabilitação do paciente. Para tanto, faz-se necessária a realização de outros estudos que serão fundamentais para esclarecer e determinar parâmetros, posicionamento e tamanho dos eletrodos, modulação de frequência e largura de pulso e o momento da aplicação da EENM. Para que se tenha a real e concreta evolução dos protocolos de utilização desde recurso nos tratamentos fisioterapêuticos.

## Conflitos de interesse ou Conflict of interest

Não existe conflito de interesse entre os autores.

## REFERÊNCIAS

- 1- Thiele E, Bittencourt L, Osiecki R, Fornaziero AM, Hernadez SG, Nassif PAM, et al. Protocolo de Reabilitação Acelerada Após Reconstrução de Ligamento Cruzado Anterior–Dados normativos. *Rev Col Bras Cir.* 2009;36(6):504–8.
- 2 - Campbell, Willis C. *Cirurgia Ortopédica de Campbell.* 8o ed. Buenos Aires: Panamericana, 1996, v.4.
- 3 - Aline MI, Stella P, Gustavo JMA, Humberto S, Álvaro NA. Effectiveness of electrical stimulation on rehabilitation after ligament and meniscal injuries: a systematic review. *Sao Paulo Med J.* 2011; 129(6):414-23
- 4 - Fabiano K, Marlus EGS, Bruno S, Rodrigo CF e Rafael V. Enxerto Ideal Para Ligamento Cruzado Anterior: Correlação em Ressonância Magnética Entre LCA, Isquiotibiais, Tendão Patelar e Tendão Quadríceps. *Rev Bras Ortop.* 2013;48(5):441–447
- 5 - Arvidsson I, Eriksson E, Häggmark T, Johnson RJ. Isokinetic Thigh Muscle Strength After Ligament Reconstruction In The Knee Joint: Results From a 5-10 Year Follow-Up After Reconstructions Of The Anterior Cruciate Ligament In The Knee Joint. *Int J Sports Med.* 1981;2(1):7-11.
- 6 - Vasconcelos RA, Bevilaqua-Grossi D, Shimano AC, Paccola CAJ, Salvini TF, Prado CL, et al. Análise da Correlação Entre Pico de Torque, Desempenho Funcional e Frouxidão Ligamentar Em Indivíduos Normais e Com Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. *Rev Bras Ortop.* 2009;44(2):134–42.
- 7 - A. S. Lepley, P. A. Gribble, A. C. Thomas, M. A. Tevald, D. H. Sohn e B. G. Pietrosimone. Quadriceps Neural Alterations In Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Patients: A 6-Month Longitudinal Investigation. *Scand J Med Sci Sports* 2015.
8. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated

- Rehabilitation After ACL Reconstruction. *Am J Sports Med.* 1990;(18):292-9.
- 9 - Lindsey K. Lepley, Edward M. Wojtys, and Riann M. Palmieri-Smith, Combination of Eccentric Exercise and Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Quadriceps Function Post-ACL Reconstruction. *Knee.* 2015 June ; 22(3): 270–277.
- 10 - Veiga, Albuquerque, Teodoro, Martins e Alves. Correlação Entre a Análise Histológica e Avaliação Funcional do Joelho de Pacientes Submetidos à Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. *Rev. bras. fisioter., são carlos,* v. 11, n. 4, p. 253-260, jul./ago. 2007.
- 11 – Annette V. Hauger, M. P. Reiman, J. M. Bjordal, C. Sheets, L. Ledbetter e A. P. Goode. Neuromuscular Electrical Stimulation is Effective in Strengthening the Quadriceps Muscle After Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*
- 12 - Kyung-Min K, Ted C, Jay H e Susan S. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on Quadriceps Strength, Function, and Patient-Oriented Outcomes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* July 6, 2017 pg 390.
- 13 - Kênia FP. Análise dos Efeitos de Diferentes Protocolos de Eletroestimulação Neuromuscular Através da Frequência Mediana. *R. bras. Ci. e Mov. Brasília* v. 12 n. 2 p. 25-28 junho 2004.
- 14 - Rodrigo CS, Cíntia RS e Vania D. Efeitos da Estimulação Elétrica Funcional (FES) Sobre o Padrão de Marcha de Um Paciente Hemiparético. *ACTA FISIATR* 2007; 14(2): 82 - 86.
- 15 - Emanuela VVC, Livia GMS, Eduardo JNM e Nicodemos TPF. Efeito da Eletroestimulação no Músculo Desnervado de Animais: revisão sistemática. *Fisioter Mov.* 2012 jul/set;25(3):669-78.
- 16 - Delitto A. Introduction to “Russian electrical stimulation”: Putting This Perspective Into Perspective. *Phys Ther.* 2002;82(10):1017-8
- 17 - João PCM, Liana BG, Juliana GPO, José BV e Antônio CS. Efeitos da Estimulação Elétrica Neuromuscular Durante a Imobilização Nas Propriedades Mecânicas do Músculo Esquelético. *Rev Bras Med Esporte* Vol. 13, Nº 1 – Jan/Fev, 2007.
- 18 - Shelbourne Kd, Nitz P: Accelerated Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 15:256- 264, 1992.
- 19 - Davini, Rafael; Nunes, Carolina Viana; Gomes, Denir Rodrigues; Marques e Tiago Pereira. Avaliação da Atividade Eletromiográfica, da Força Muscular e da Função Em Paciente Submetido à Reabilitação do Ligamento Cruzado Anterior Por Meio do Protocolo Acelerado Modificado. *Revista Ciência Medica.* Vol. 14, N 5. Campinas. Set/out. 2005.
- 20 - Almeida e Isabel B. Protocolo de Recuperação Após Ligamentoplastia O.T.O do LCA. *ESSFisiOnline.* Vol. 1, N. 2. São Paulo. Março/2005.
- 21 - FERREIRA, Ernesto; MADUREIRA, Angela. Protocolo de Reabilitação pós-cirúrgica de LCA (2009).
- 22 - Felipe SJ. Acompanhamento do Processo de Reabilitação Pós Reconstrução do LCA Através da Representação Gráfica do Arco de Movimento Ativo do Joelho. *Perspectivas online,* Volume 5, número 1, 2008.
- 23 - Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollbashy A, Carlo MS. Artrofibrosin Acute Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. The Effect Of Timing Of Reconstruction And Rehabilitation. *AmJ Sports Med.* 1991;19(4):332-6.
- 24 - Edilson T; Luciene B; Raul; André MF; Sara GH; Paulo ANN e Carmen MR. Protocolo de Reabilitação Acelerada Após Reconstrução de Ligamento Cruzado Anterior - Dados Normativos. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2009; 36(6): 504-508
- 25 - Viviane BM. Efeitos da Desnervação no Músculo Esquelético: uma revisão. *Fisioterapia em Movimento, Curitiba,* v. 20, n. 3, p. 63-69, jul./set. 2007
- 26 - Grasielle CL e Edison SA. Investigação Comparativa Entre a Laserterapia e a Estimulação Elétrica Muscular Sobre a Regeneração Nervosa Periférica Em Ratos Wistar. *Dynamis revista tecno-científica (out-dez/2007)* vol.13, n.1, 113-119.
- 27 - Hennig, R. Late Reinnervation Of The Rat

---

Soleus Muscle is Differentially Suppressed by Chronic Stimulation And by Ectopic Innervation.

*Acta Physiologica Scandinavica*, 130, 1: 156 – 160, 1987.

28 - Fernando AA, Gabriel SS, Carlos EA, Rogério FV, Fábio MA e Gladson RFB.

Neuromuscular Efficiency Of The Vastus Lateralis And Biceps Femoris Muscles In Individuals With Anterior Cruciate Ligament Injuries. *rev bras ortop.* 2015;50(2):180–185.

29 - Matthew S. Harkey, Phillip A. Gribble e Brian G. Pietrosimone. Disinhibitory

Interventions and Voluntary Quadriceps Activation: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training* 2014;49(3):411–421.

30 - Kingo T, Masamichi H, Toshihiro F, Kenji K e Toshifumi O. Rehabilitation with Weight-bearing Standing-shaking-board Exercise in Combination with Electrical Muscle Stimulation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Acta Med. Okayama*, 2012 Vol. 66, No. 3, pg. 231-237.