

ELETROESTIMULAÇÃO E CINESIOTERAPIA PARA APLICABILIDADE CLÍNICA NA LESÃO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR*ELECTROSTIMULATION AND KINESIOTHERAPY FOR CLINICAL APPLICABILITY IN ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY*Eder Moreira de Freitas¹*1 Doutorando pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; Mestre em Gestão de Cuidados da Saúde – Must University.***Informações do Artigo**

Histórico:

Recebido em 16/06/2024**Recebido revisado 31/07/2024**

Aceito em 01/09/2024

Palavras-chave:

Ligamento

Cinesioterapia

Eletronestimulação

Corrente Russa

Reabilitação.

RESUMO

O presente estudo teve como principal objetivo discutir a importância da eletroestimulação e cinesioterapia na reabilitação do ligamento cruzado anterior LCA. Este tipo de trauma ligamentar, tornou-se ao longo dos anos comum em práticas esportivas e recreacionais com predomínio no futebol. A Revisão da Literatura e a metodologia foram baseadas nos 76 artigos publicados no período de 2008/2019 ressaltando a importância da fisioterapia na reabilitação de ligamento cruzado anterior, porém apenas 32 artigos foram elegíveis para o desenvolvimento dessa pesquisa. Como resultado ficou evidente que o uso da estimulação elétrica transcutânea TENS, corrente russa CR e estimulação elétrica funcional FES, são eficazes para ganho de força e de resistência muscular, desde que associadas a exercícios cinesioterapêuticos. Portanto, a cinesioterapia é a terapia mais prescrita para reabilitação de LCA, seja por lesão parcial ou total. Embora as pesquisas já evidenciem os benefícios do uso da eletroestimulação associada à cinesioterapia, ainda há necessidade de mais estudos que comprovem sua eficácia durante o protocolo integral de reabilitação do ligamento cruzado anterior.

1. INTRODUÇÃO

A Fisioterapia é a ciência da saúde aplicada ao estudo do diagnóstico, prevenção e reabilitação de distúrbios cinéticos funcionais e em sua aplicabilidade clínica, logo esta pesquisa, fundamentada nesta área do conhecimento, se debruça sobre dois recursos com resultados evidentes para a reabilitação do Ligamento Cruzado Anterior LCA: a eletroestimulação para aumento da força e a eletroestimulação para aumento da resistência, por meio da contração muscular involuntária, sob aplicação de corrente senoidal de baixa frequência.

Já a cinesioterapia é uma ramificação da fisioterapia que trabalha na execução de exercícios por meio dos movimentos dinâmicos. A cinesioterapia tem a função de excitar atividades físicas isotônica e isométrica com o objetivo de fortalecimento muscular, seja com movimentos dinâmicos e estáticos, seja com carga ou resistência à força gravitacional.

Práticas esportivas com exercícios de alta intensidade de membros inferiores podem levar a traumas parciais ou totais do LCA, responsável por impedir a anteriorização da tíbia, gerando instabilidade articular, dores e alterações da marcha. Esse tipo de lesão é muito comum em atletas profissionais. O presente estudo resalta que recursos fisioterápicos, por meio da eletroestimulação e cinesioterapia na reabilitação de LCA, são de extrema importância na

recuperação da estabilidade articular do joelho, reduzindo dor e edema, aumentando a força muscular e restituindo a biomecânica do complexo articular.

A eletroestimulação, associada aos exercícios cinesioterapêuticos, tem demonstrado resultados eficientes para a reabilitação de LCA em sua prática clínica. O objetivo dessa pesquisa é discutir a eficiência da eletroestimulação e cinesioterapia na reabilitação de LCA, ressaltando mecanismos traumáticos que levam ao rompimento ligamentar parcial ou total e como a fisioterapia pode ser eficiente na reabilitação da articulação lesada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Entre as articulações da anatomia humana para, Araújo e Pinheiro (2015, p. 2), “o joelho é considerado uma estrutura complexa, que proporciona estabilidade e mobilidade”, responsável pelos movimentos biomecânicos com um grau de liberdade, sendo que a flexo-extensão, permite a aproximação e distanciamento da estrutura musculoesquelética. Segundo Kapandji (2000, p.74) “de forma acessória, a articulação do joelho possui um segundo grau de liberdade: a rotação sobre o eixo longitudinal da perna, que só aparece quando o joelho está flexionado”, portando quando o joelho encontra-se em flexão, está sujeito a lesões de menisco e ligamentares; já em extensão fica suscetível a fraturas e lesões ligamentares. Nos Estados Unidos da América estima-se um índice de 2.500 casos traumáticos de LCA, com predomínio em atletas profissionais, sendo comum a reconstrução cirúrgica no campo da medicina esportiva (JUNIOR, 2015, p. 23).

A lesão do ligamento cruzando anterior é frequente em praticantes de esportes na faixa etária entre 10 a 29 anos de idade, com prevalência de 57% em indivíduos do gênero masculino. Para Vasconcelos *et al.*, (2009, p. 135) “estudos epidemiológicos demonstram incidência aproximada de 80.000 lesões por ano, por conta da incidência, cresce o número de estudos e pesquisas científicas na disfunção articular do joelho”. Artur *et al.*, (2016, p. 653) e Fernandes (2012, p. 2) apontam que o alto índice de traumas de LCA está ligado ao esporte, principalmente em jogadores de futebol, onde há exigência significativa para o estiramento parcial ou total de LCA.

Para Pinheiro, (2015, p. 323) “De uma forma geral, todos os componentes do joelho trabalham em conjunto para manter a estabilidade”, portanto a estrutura anatômica do joelho une três articulações, sendo elas; fêmur-tibial, fêmoro-patelar e tíbio-fibular proximal, estes envolvidos pela capsula articular. A musculatura acessória envolvida pelo tríceps sural, já os atuantes diretamente são (quadríceps femoral, isquio-sural, grácil e tensor da fáscia lata). Conforme Lima (2015, p. 3) “a lesão de LCA causa alterações biomecânica e diminuição da aferência proprioceptiva afetando as funções neuromusculares da articulação do joelho”, levando à alteração na marcha e consequentemente postural, por compensação.

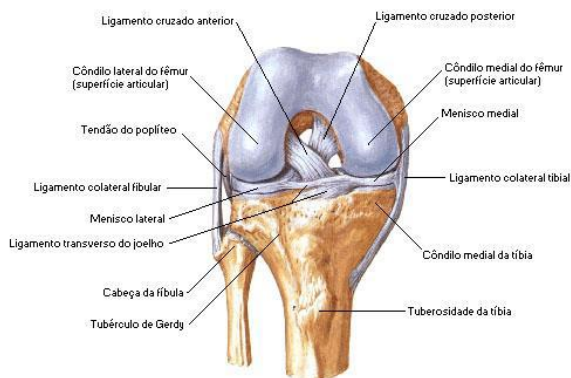
2.1 Ligamento Cruzado Anterior

De acordo com Monteiro, (2018, p. 505) uma das estruturas ligamentares que forma o complexo articular é o LCA (Fig. 1). Sua função é de suma importância para a biomecânica do joelho, pois sua inserção fica na eminência intercondilar da tíbia, fixando a outra extremidade na face medial do côndilo lateral do fêmur e atuando como eixo central de rotação de joelho.

A lesão do LCA ocorre quando o ligamento é forçado além da sua aptidão elástica, podendo ocorrer uma ruptura parcial ou total. As lesões ligamentares podem ser classificadas em grau I, II e III. Na lesão de grau I existe uma ligeira lesão ligamentar, um estiramento, mantendo-se a estabilidade da articulação.

Na lesão de grau II ocorre uma ruptura parcial das fibras do ligamento, levando a uma frouxidão ligamentar. Por último, as lesões de grau III caracterizam-se por uma ruptura total do ligamento, ocasionando instabilidade articular (PINHEIRO, 2015, p.323). Para Fernandes (2012, p. 12) “o comprimento intra-articular do LCA varia de 22 a 41 mm, com média de 32 mm, em um estudo com 50 cadáveres”: o comprimento varia de acordo biotipo de cada indivíduo.

Figura 1. Articulação do joelho: Ligamento cruzado anterior (LCA)



Fonte: NETTER, Frank H.. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Conforme Pinheiro (2015, p. 324), entre as causas mais comuns de lesão de LCA, está não só no esporte, mas também em atividades de vida diárias AVDs. O rompimento pode se dar através de uma hiperextensão do joelho, chute em falso, torção, aterrissagem brusca e movimentos de rotação espontânea, sendo nítido em exames de ressonância magnéticas (RM) e tomográfica computadorizada (TC) exames que detectam trauma parcial ou total.

2.2 Testes Ortopédicos

De acordo com Silva *et al.*, (2010, p. 169) “o joelho é uma das articulações mais suscetíveis a lesões ligamentares, pois se encontra no meio de dois grandes braços de alavanca (fêmur e tibia)”, e dependendo da modalidade esportiva, sofre um número maior de forças rotacionais que pode levar a traumas ligamentares que envolvem a articulação complexa do joelho e, conseqüentemente, ao trauma parcial ou total de LCA.

Segundo Pinheiro (2015) a identificação da lesão se dá pelo estalo na articulação provocando dor, edema e dificuldades ao se locomover. Sabe-se que esta articulação possui estabilidade suficiente para suportar o peso corporal e alto grau de flexibilidade, além de liberdade para suprir as AVDs e práticas esportivas, submetendo o ligamento cruzado anterior a um alto risco de lesões em atividades de alta intensidade. O teste de Lachman faz parte do exame físico realizado pelo fisioterapeuta para detectar o trauma. Durante o exame o paciente toma a posição em decúbito dorsal com joelho lesionado com flexão de 30°. O fisioterapeuta toma contato na região distal da coxa e a outra na proximal da perna realizando movimento de rotação dinâmica medial e lateral alternados. Caso detecte frouxidão o teste será positivo para lesão de LCA.

Conforme Pinheiro (2015, p. 326) a Ligamentoplastia é um método utilizado quando há ruptura total do ligamento cruzado anterior. O procedimento pode se dar por meio de enxerto retirado do tendão patelar, isquiotibiais ou quadríceps de acordo com a avaliação médica. Para Júnior (2015, p. 75) “o tratamento cirúrgico, muitas vezes é uma alternativa terapêutica mais utilizada no tratamento das lesões decorrentes”. Um programa imediato de reabilitação através de fisioterapia, logo após a cirurgia, amplia os benefícios deste tipo de intervenção cirúrgica.

Para Franco *et al.*, (2014, p. 54) a cirurgias de reconstrução do LCA usando os próprios tecidos já mencionado anteriormente, bem como tendões do músculo semitendinoso e grácil, apontam resultados satisfatórios por serem menos lesivos. Contudo pode haver complicações como: diminuição da força muscular e dor do músculo de origem. De acordo Júnior (2015, p. 68) “a escolha do tendão patelar tem como ponto positivo sua fácil obtenção, a presença de segmentos ósseos em suas extremidades permitindo uma fixação rígida e sua resistência às cargas produzidas por um intenso programa de reabilitação”. No caso de enxerto retirado do quadríceps, poderá provocar perda de força muscular por enfraquecimento das fibras, o que é mesurado através do eletromiógrafo. De acordo com Franco *et al.*, (2014, p. 54) “a eletromiografia utiliza eletrodos de superfície que é um transdutor, um dispositivo capaz de converter uma forma de energia em outra, sendo utilizada para testar a velocidade de condução nervosa e para estudos cinesiológicos”. Para Borin *et al.*, (2010, p. 343) a propriocepção é uma modalidade sensorial que envolve a sensação do posicionamento e

movimento articular, e informações sensoriais provenientes do sistema visual, vestibular e somatossensorial que estabelecem a base do controle postural, desencadeando em alterações posturais.

3. ELETROESTIMULAÇÃO

A eletroestimulação com base em correntes como a Estimulação Elétrica Neuromuscular EENM, estimulação elétrica trans-cutânea TENS, corrente Russa CR e *Functional Electrical Stimulation* FES, ressalta os efeitos da CR para fortalecimento muscular.

No estudo de Borges *et al.*, (2007, p. 59) “o termo corrente russa, foi aplicado aos estimuladores com uma saída de corrente de onda senoidal com uma frequência portadora de aproximadamente 2.500 a 5.000 Hz modulada de forma a produzir 50 burst por segundo”.

No estudo de Pinheiro (2015) “o tratamento da lesão de LCA depende do tipo de lesão, pois podemos deparar-nos com um ligamento estirado, uma ruptura ligamentar parcial ou uma ruptura completa do ligamento”. O programa conservador de reabilitação é aplicado em casos de rupturas parciais, já que na ruptura total do mesmo ligamento o método de tratamento primário é cirúrgico, e posteriormente a reabilitação fisioterapêutica.

Dentre os protocolos de reabilitação de LCA, o mais convencional inicia-se no primeiro dia após sua reconstrução com a aplicação da estimulação elétrica trans-cutânea TENS para analgesia e *Functional Electrical Stimulation* (FES) para recrutamento e contração involuntária do músculo enfraquecido.

Segundo estudo de Artioli *et al.*, (2014) “destacam-se a analgesia, efeito anti-inflamatório, bacteriostático, redução de edema, eletroestimulação muscular, além de facilitar o processo de cicatrização tecidual” como pontos positivos de tal procedimento. O uso dessa corrente na fase inicial é comum entre os protocolos de reabilitação de LCA, bem como em situações em que há sensação dolorosa pela sobrecarga na estimulação do nervo sensitivo. Quando este procedimento é aplicado em alta frequência, provoca uma diminuição do estímulo doloroso, já com baixa frequência estimula a liberação de opiáceos endógenos, obtendo uma real diminuição da percepção dolorosa (MONTEIRO, 2008, p. 507).

No estudo de Santos, Souza e Santos (2011, p. 53) “a utilização da corrente russa associada a exercícios resistidos em pacientes com disfunção femoropatelar DFP, proporciona ganho de força e consequentemente alívio da dor” durante a reabilitação.

Segundo Alves *et al.*, (2017, p. 50) “no que se refere a eletroestimulação, a corrente Russa é mais utilizada, pois estimula os nervos motores, despolarizando as membranas, induzindo a contração muscular mais forte e sincronizada, resultando no fortalecimento muscular”. O fator diferencial da contração muscular por meio da EENM está no recrutamento das fibras motoras, ocorrendo o princípio de *Hanneman*: contração voluntária de baixa intensidade. As fibras de tipo I são recrutadas de forma primária quando essa contração é provocada pela EENM, as fibras do tipo IIx são recrutadas na ordem primária como resultado contração mais intensa, uma vez que as fibras musculares mais rápida em seres humanos são as fibras do tipo IIx. De acordo com o estudo de Santos, Souza e Santos (2011, p. 52) “a utilização da EENM de média frequência pode ser utilizada associada a exercícios resistidos como coadjuvante ao tratamento, tanto para se obter um equilíbrio muscular quanto para o alívio da dor”.

Segundo Alves *et al.*, (2017, p.50) uma das medidas de tratamento com recursos coadjuvantes, destaca-se a Estimulação Elétrica Neuromuscular EENM associada a cinesioterapia, utilizada para fortalecimento muscular, assim como prevenção de atrofia no pré e pós reconstrução de LCA. De acordo com Artioli *et al.*, (2014) destaca-se os efeitos da eletroestimulação por uso de correntes polarizadas e despolarizadas, apontando que não há diferenças quando se compara corrente despolarizada Russa com polarizada. Ressalta-se, ainda, que a Farádica a 50Hz, após seis semanas de tratamento, não demonstra, em sua pesquisa, diferenças entre polarização ou despolarização, uma vez que ambas correntes apresentaram resultados satisfatórios em pacientes com acometimentos traumáticos, sendo esse tipo de terapia frequente em ambientes esportivos.

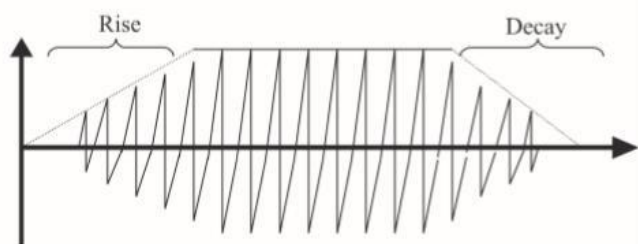
Para Artioli *et al.*, (2014) “a corrente russa é uma estimulação de média frequência e que através de pequenos pulsos tem uma razoável facilidade de passar pela pele e é efetiva na estimulação de nervos”. Essa estimulação por meio da corrente russa é capaz de sincronizar todas as unidades motoras do músculo de forma sincronizada, efeito que não é estimulado de forma voluntária, produzindo ganho de força pela contração, e hipertrofia no músculo aplicado.

Santos *et al.*, (2015, p. 24-25) em seu estudo analítico e comparativo, com intuito de demonstrar resultados positivos por meio da *Functional Electrical Stimulation* FES e sua aplicabilidade com a utilização de eletrodos em ponto cruzado no músculo quadríceps, sob frequência de repetição de pulso em 30 Hz, permitindo a contração muscular em ciclo ON na faixa entre 4 a 6 segundos e ciclo OFF entre 12 a 18 segundos com sessão de 40 minutos, concluiu que os resultados não foram satisfatórios na pesquisa, no entanto houve melhora significativa do quadro algico.

Araújo *et al.*, (2012) ressalta que a aplicação da corrente russa tanto quanto FES tornou evidente sua eficácia para fortalecimento do músculo acometido, desde que associada a cinesioterapia. No estudo de Pernambuco, Carvalho e Santos (2013) “a corrente russa é considerada uma corrente elétrica de media frequência (2000 A 10.000 Hz), entretanto, como as frequências entre 2.000 e 2.500 Hz produzem maior atividade motora e são mais agradáveis aos usuários”. Na prática clínica a estimulação com modelação em rampa, Rise (subida) ou Decay (descida) gradual, com duração da amplitude ou pulsos variando a um determinado período de tempo entre 1 a 3 segundos, permite gradualmente a contração muscular (Fig. 2). Para Borges *et al.*, (2007, p. 60-61), observa-se que a modulação da corrente russa em 50 burst, criando intervalo interbursts de 10 ms, permite que se aumente a amplitude para estimulação motora mais intensa (Fig. 3). De acordo com Pernambuco, Carvalho e Santos (2013) a corrente russa (CR) não associada a exercícios cinesioterápicos é ineficiente após 30 dias de aplicação.

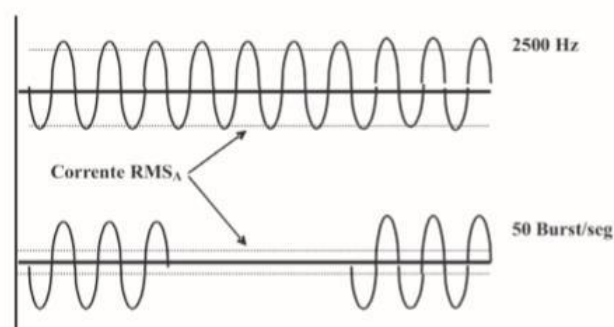
Figura 2. Aspecto da rampa de subida e da descida.

3.1 Configuração eletrônica de correntes de baixa frequência



Fonte: BORGES *et al.*, 2007.

Figura 3. Formatação eletrônica da Corrente Russa por burst onde há uma redução da RMSA.



Fonte: BORGES *et al.*, 2007.

Para Araújo *et al.*, (2012) “desta forma um método terapêutico que pode ser utilizado é a estimulação elétrica funcional FES, no qual tem como objetivo a preservação e restauração da funcionalidade e força dos músculos que sofreram alguma alteração”. O presente estudo apontou que corrente russa e FES, quando estão associadas à cinesioterapia, atingem resultados significativos para a reabilitação de LCA, cujo objetivo é o fortalecimento da musculatura enfraquecida. Sabe-se que quando se depara com quadro traumático que foi submetido a procedimento cirúrgico de reconstrução de LCA pela incapacidade de mobilização, a musculatura perde sua força levando a fraqueza muscular por desuso. Entretanto, a aplicabilidade da estimulação elétrica funcional a 35 Hz com 200 microssegundos

tem o objetivo de restaurar e/ou melhorar a funcionalidade da força muscular. De encontro com Franco *et al.*, (2014, p. 59), conclui-se que “a utilização da corrente russa associada ao protocolo de tratamento cinesioterapêuticos, demonstrou ser eficaz no primeiro mês de sua utilização”.

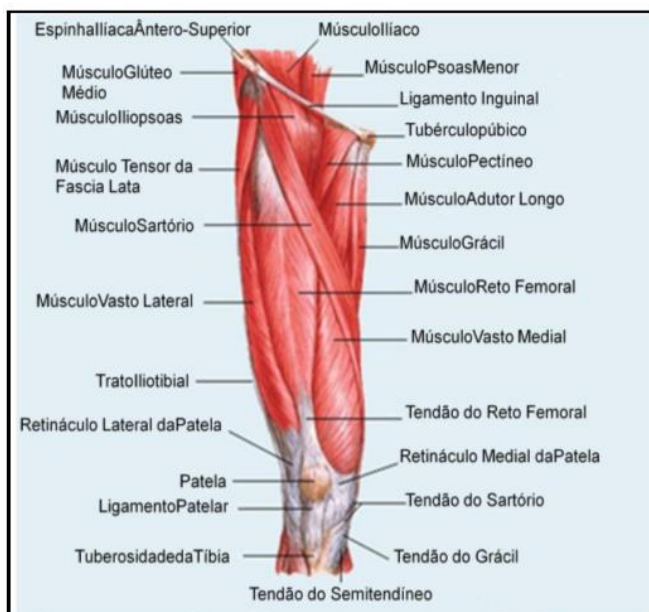
Portanto, a aplicação de forma alternada, com frequência de 2500 Hz, promove o recrutamento das unidades motoras, fibras tipo II de força enquanto associada a cinesioterapia que promove o recrutamento das fibras tipo I de resistência, acelerando o processo de reabilitação. Assim sendo, a corrente russa tem o objetivo de promover contração do músculo afetado de forma sincronizada.

4. CINESIOTERAPIA

A cinesioterapia é um dos recursos por meio de exercícios mais utilizados para reabilitação de traumas musculoesqueléticos e ligamentares. De acordo com Monteiro (2008) “é importante observar a gravidade da lesão associada, idade, nível de atividade esportiva anterior a lesão e disponibilidade do paciente para prosseguir com o programa”. A reabilitação de LCA tem por objetivo, segundo Pereira *et al.*, (2012, P. 373) “diminuir a dor, controlar a inflamação e cicatrização, restabelecer a amplitude de movimento ADM completa, prevenir a atrofia muscular, melhorar a força muscular, manter a função proprioceptiva e facilitar o retorno as atividades laborais e esportivas”.

Quando se trata da lesão de LCA, assim como ligamento cruzado posterior, ligamento colateral-medial e ligamento colateral-lateral, em primeiro lugar devemos pensar no grupo muscular que envolve a biomecânica do complexo articular do joelho. Monteiro (2008, p.19-20) afirma que o principal músculo extensor do joelho é o quadríceps femoral, que se divide em quatro segmentos: vasto medial VM 1, vasto lateral VL 2, vasto intermédio VI 3 e reto femoral RF 4. O músculo isquiotibial é o primeiro flexor da articulação, auxiliado pelo músculo tríceps sural. Este grupo muscular é de suma importância para a reabilitação de LCA, pois permite realizar exercícios em cadeia cinética fechada CCF. Para realizar os exercícios nesta modalidade é necessário encontrar um ponto fixo ou uma superfície estável para execução (Fig.4).

Figura 4. Músculos da coxa vista anterior



Fonte: PENTEADO, 2011.

Para Monteiro (2008, p. 38-39) a reabilitação começa na sala de cirurgia com movimentos passivos de flexão e extensão. Após a colocação do enxerto, para garantir a amplitude de movimento ADM, com auxílio da máquina de movimentos passivos contínuos CPM, garante-se o sucesso do procedimento da reconstrução cirúrgica com os movimentos passivos contínuos. Quando o rompimento de LCA for total, este tipo de reconstrução ligamentar com tendão do quadríceps pode gerar fraqueza muscular de origem. Portanto quando a lesão deste mesmo ligamento for

parcial, o protocolo de tratamento conservador pode ser recomendado, todavia vale ressaltar que cada paciente pode responder ao protocolo de forma aleatória.

Segundo Monteiro (2008, p. 42) “o exercício isométrico é uma forma de exercício que ocorre quando o músculo se contrai sem uma mudança apreciável no comprimento do músculo”, ou seja, mesmo com a isometria o músculo é capaz de gerar tensão provocando contrações e este tipo de tensão gerada por meio da contração isométrica, começa no primeiro dia do protocolo de tratamento de LCA.

4.1 Exercício isotônico *versus* Isometria

De acordo com Monteiro (2008, p. 43) “exercícios resistido isotônicos é uma forma dinâmica de exercícios executado contra a resistência à medida que o músculo se encurta ou alonga na amplitude de movimento existente”. A execução de exercícios isotônicos concêntrico e excêntrico é a dinâmica do movimento de aproximação e distanciamento da origem e inserção de cada músculo, produzindo contração e força muscular. Ao aplicar resistência nesta dinâmica do grupo muscular gera-se um recrutamento maior de fibras, provocando microlesões que levam à hipertrofia, cenário ideal para a reabilitação restituindo a força e a amplitude de movimento.

No estudo de Santos (2016, p. 91) “após duas semanas inicia-se o tratamento fisioterapêutico, tratando o processo inflamatório instalado no joelho, ganho de ADM permitindo transferências e marcha com muletas”. Muitos autores defendem o uso de órteses pós-cirúrgicas, mantendo extensão do joelho a fim de prevenir intercorrências na reconstrução de LCA.

De acordo com a literatura, existem diversos protocolos de reabilitação. Almeida, Arruda e Marques (2014, p.189), apontam em sua obra, que a reabilitação está dividida entre duas fases, sendo a primária com objetivo de fortalecer a musculatura dos MMII (abdutores e adutores de quadril, extensão e flexão de joelho) adotando exercícios em cadeia cinética fechada CCF com agachamentos e exercícios do *leg-press*, e posteriormente agachamentos unipodal. Santos, Souza e Santos (2011, p. 57) ressaltam que o “treinamento de força com exercícios para membros inferiores com *Leg-Press* e cadeira extensora, sendo verificado uma maior efetividade com o treinamento de força associada a eletroestimulação, *torna* este modo mais eficiente”. Portanto a EENM é uma importante aliada na reabilitação de membros inferiores. Para a segunda fase, o treino de marcha e propriocepção é eficaz entre os protocolos com o objetivo de reestabelecer a biomecânica do joelho.

Segundo Almeida, Arruda e Marques (2014, p. 191) “o treino de força realizando exercícios em cadeia cinética fechada com carga e poucas repetições, leva a um aumento das adaptações estruturais e neuromusculares”. Para Junior (2015, p. 70) o protocolo em que está inserido exercícios em CCF são de extrema importância para reabilitação da biomecânica do joelho, uma vez que o enxerto para reconstrução do LCA é retirado da musculatura de origem, provocando enfraquecimento da musculatura, portanto exercícios em CCF como agachamentos tem como objetivo o fortalecimento da cadeia muscular anterior e posterior, realizando flexão de quadril associada a flexão de joelho. Para Cardoso *et al.*, (2008, p. 79) “a fisioterapia após a reconstrução cirúrgica do LCA tem objetivo inicial de controle do processo inflamatório e alívio da dor, além do ganho do arco de movimento”. No entanto na fase final da terapia é dado ênfase no recrutamento muscular, entretanto após o protocolo de reabilitação o paciente pode ficar com um déficit proprioceptivo.

Conforme Pinheiro (2015) “o alongamento ajudará a reduzir a incidência de dor, permitindo maior facilidade no recrutamento do quadríceps, e a reabilitação progredirá com o fortalecimento do quadríceps e isquiotibiais”. Thiele *et al.*, (2009, p. 505) em seu estudo, usou protocolo de reabilitação acelerada de 4 meses. O objetivo foi obter 90° de flexão já na primeira semana, associado a recursos de eletroestimulação por meio da corrente russa para contração muscular involuntária e redução do quadro algico. Iniciou-se com contrações isométricas já mencionadas anteriormente para trabalhar com a amplitude de movimento ADM, realizando flexão plantar e dorsiflexão e mini agachamentos para promover a contração muscular. Também se destacou a importância de exercícios isotônico, tais como; contração concêntrica e excêntrica por meio da flexão e extensão de membros inferiores. Ao final do protocolo esperasse que o paciente esteja preparado para o retorno ao esporte e para as atividades de vida diária. Para Monteiro (2008, p.46-47) a marcha e exercícios ativos livres em cadeia cinética fechada, CCF, é de suma importância na reabilitação pós-operatório. Deve-se iniciar com auxílio de muletas para treinos proprioceptivos com apoio unipodal e transferência de carga, aplicação de exercícios ativos resistivos e/ou livres para fortalecimentos do quadríceps, isquiotibiais e gêmeos, além de ser essencial realizar exercícios de alongamentos para o grupo muscular da cadeia posterior. Na literatura existem

diversos protocolos de reabilitação de LCA. Segundo o estudo realizado por Neta (2009, p. 30) a partir da segunda semana após a reconstrução do LCA foram realizados exercícios de quadril, mini-agachamentos, bicicleta estacionária, treino de marcha e alongamento do grupo muscular. Já na sexta semana foram realizados exercícios para ganho de força muscular e preparação para o retorno ao esporte. Vale ressaltar que cada paciente pode reagir ao protocolo de forma aleatória, portanto respeitar os limites do paciente é de extrema importância para uma reabilitação de sucesso. Segundo Marchetti *et al*, (2012, p. 442) indivíduos que foram submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior, mesmo após o tratamento fisioterápico, foi notado um déficit na assimétrica comparativa de membros inferiores, sendo essa diferença significativa.

De acordo com o protocolo acelerado de Soares *et al*, (2011, p. 15) em seu programa de reabilitação, que teve uma duração de oito meses, o paciente apresentou resultados positivos nos trinta primeiros dias de tratamento, demonstrado a redução da dor, controle de edema e aumento da amplitude de movimento por meio de exercícios de cinesioterapêuticos associada a eletroestimulação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre as articulações presentes na anatomia humana a mais estável é o complexo articular do joelho. Esse complexo é constituído por três articulações, considerado um dos principais braços de alavanca, estruturalmente envolvida por uma cápsula articular sendo estabilizada por ligamentos, sendo eles; o ligamento cruzado anterior LCA, ligamento cruzado posterior LCP, Ligamento colateral lateral LCL e ligamento colateral medial LCM. Esta articulação está suscetível a lesões por práticas esportivas e movimentos bruscos irregulares que leva à trauma parcial ou total do ligamento cruzado anterior. Quando há um rompimento total do ligamento o procedimento é realizado por meio da Ligamentoplastia, já em casos em que o rompimento é parcial, a intervenção fisioterapêutica é de suma importância na fase aguda da lesão.

Dos recursos elétricos de uso contínuo destacam-se a Estimulação Elétrica Transcutânea TENS e a Estimulação Elétrica Neuromuscular EENM por meio da corrente russa, que vem sendo destacada em protocolos de reabilitação para lesão do ligamento cruzado anterior, assim como a Estimulação Elétrica Funcional FES. Contudo, o uso dessas correntes, segundo os autores, só é eficiente quando associada a exercícios cinesioterapêuticos na reabilitação.

A cinesioterapia, por meio de exercícios, é a mais indicada para reabilitação, pois promove o ganho de força, resistência muscular, amplitude de movimento, mobilidade articular, sendo, um dos métodos mais aplicados no processo de reabilitação de ligamento cruzado anterior.

Declaração de conflito de interesse:

O autor declara não haver conflito de interesse.

Nota sobre o colaborador

Me. Eder Moreira de Freitas, doutorando pela Universidade Estadual de Campinas–UNICAMP; Mestre em Gestão de Cuidados da Saúde –Must University; Fisioterapeuta; Especialista em Ortopedia e Traumatologia. Docente na Universidade Paulista –UNIP.

ORCID

Eder Moreira de Freitas - <https://orcid.org/0009-0000-7048-0175>

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão; ARRUDA, Gilvan de Oliveira; MARQUES, Amélia Pasqual. Physical therapy in the conservative treatment for anterior cruciate ligament rupture followed by contralateral rupture: case report. **Fisioterapia e Pesquisa**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.186-192, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-2950/55721022014>.

Disponível

em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180929502014000200186&script=sci_abstract>. Acesso em: 26 abr. 2019.

ALVES, Daziane dos Santos et al. Análise comparativa do pico de força e controle motor do músculo tibial anterior após cinesioterapia e estimulação neuromuscular. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Goiás, v. 25, n. 4, p.49-59, 13 out. 2017. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/7123/pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

ALVES, Paulo Henrique de Matos et al. Lesão do ligamento cruzado anterior e atrofia do músculo quadríceps. **Revista de Biociências**, Uberlândia, v. 11, n. 25, p.146-156, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6789/4483>>. Acesso em: 27 abril. 2019.

ARAUJO, Alisson Guimbala dos Santos; PINHEIRO, Iandra. Protocolos de tratamento fisioterápico nas lesões de ligamento cruzado anterior após Ligamentoplastia – Uma revisão. **Cinergis: Revista do Departamento de Educação Física e Saúde e do Mestrado em Promoção da Saúde da Universidade de Santa Cruz do Sul / Unisc**, Joinville, v. 16, n. 1, p.61-65, jan. 2015. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/cinergis/article/view/5619/4199>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

ARTIOLI, Dérrik Patrick et al. O uso da corrente polarizada na Fisioterapia. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, Paraná, v. 6, n. 9, p.428-431, dez. 2011. Disponível em: <<http://portal.revistas.bvs.br/index.php?issn=1679-1010&lang=pt>>. Acesso em: 03 maio 2019.

ARTUR, Diego Costa et al. Lesões do ligamento cruzado anterior e do menisco no esporte: incidência, tempo de prática até a lesão e limitações causadas pelo trauma. **Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia**, São Paulo, v. 6, n. 51, p.652-656, out. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbort/v51n6/pt_0102-3616-rbort-51-06-00652.pdf>. Acesso em: 06 maio 2019.

BORIN, Gabriela et al. Controle postural em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior. *Fisioter. Pesqui.*, Dez 2010, vol.17, no.4, p.342-345. ISSN 1809-2950 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v17n4/11.pdf>>. Acesso em 06/05/2019

BORGES, Fábio dos Santos et al. Parâmetros de modulação na eletroestimulação neuromuscular utilizando corrente russa – parte. **Fisioterapia Ser**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p.57-66, 25 mar. 2007. Disponível em: <http://www.proffabioborges.com.br/artigos/parametros_modulacao_eenm_corrente_russa_parte1.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

CARDOSO, Jefferson Rosa et al. Atividade eletromiográfica dos músculos do joelho em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior sob diferentes estímulos sensório-motores: relato de casos. **Fisioter. Pesqui.**, 2008, vol.15, no.1, p.78-85. ISSN 1809-2950.

FABRICIO JUNIOR, Jose Carlos Alves. **Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: Convencional x acelerado nos pacientes submetidos a reconstrução do ligamento cruzado**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina, Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5140/tde-14092015-091749/pt-br.php>>. Acesso em: 14 set. 2015.

FERNANDES, Tiago Lazzaretti. **Relação entre o posicionamento dos túneis na reconstrução do ligamento cruzado anterior e as avaliações funcionais em atletas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ortopedia e Traumatologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.5.2012.tde-06122012-124436. Acesso em: 2019-04-25.

FRANCO, Jose Bassan et al. Avaliação por meio da eletromiografia de superfície dos efeitos da corrente russa no paciente pós-operatório do ligamento cruzado anterior estudo de caso. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Bauru, v. 1, n. 17, p.53-60, 09 jun. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26031886005>>. Acesso em: 03 maio 2019.

KAPANDJI, A.I. **Fisiologia Articular 2: Membros Inferiores**. São Paulo: Panamericana, 5 ed, 2000.

LIMA, Maurício Corrêa. **Análise do equilíbrio dinâmico e da força muscular do quadril em atletas pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior**. 2015. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Experimental) – Faculdade de Medicina, University of São Paulo, São Paulo, 2015. Doi: 10.11606/D.5.2015.tde-09112015-125024. Acesso em: 2019-04-25.

MARCHETTI, Paulo Henrique et al. Desempenho dos membros inferiores após a reconstrução do ligamento cruzado. **Motriz**, Rio Claro, v. 18, n. 2, p.441-448, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/motriz/v18n3/a04v18n3.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

MONTEIRO, Camila Ribeiro. **Protocolos de reabilitação em pós-cirúrgico do ligamento cruzado anterior**. 2008. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Fisioterapia, Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69912009000600008>. Acesso em: 06 maio. 2019.

NETA, Maria Isabela de Noronha. **Correlação entre torque, equilíbrio e função do joelho após reconstrução do**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16664>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

PENTEADO, Fernando Rafael. Reabilitação fisioterapêutica pós reconstrução do ligamento cruzado anterior: **Protocolo convencional versus protocolo**. 2011. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Fisioterapia, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/957>>. Acesso em: 06 dez. 2011.

PINHEIRO, Ana. Reabilitação do Ligamento Cruzado Anterior: Apresentação Clínica, Diagnóstico e Tratamento. **Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia**, Viana do Castelo, v. 23, n., p.320-329, 25 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/rpot/v23n4/v23n4a05.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

PERNAMBUCO, Andrei Pereira; CARVALHO, Natane Moreira de; SANTOS, Aladir Horácio dos. A eletroestimulação pode ser considerada uma ferramenta válida para desenvolver hipertrofia muscular? **Fisioterapia em Movimento**, Mg, v. 26, n. 1, p.123-131, mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s010351502013000100014>>

PEREIRA, Maitê et al. Tratamento fisioterapêutico após reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 20, n. 6, p.372-375, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-78522012000600011>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-78522012000600011>. Acesso em: 26 abr. 2019.

SANTOS, Ricardo Lucas do; SOUZA, Marcia Leal São Pedro de; SANTOS, Fernanda Andrade dos. Estimulação elétrica neuromuscular na disfunção patelofemoral: revisão de. **Acta Ortopédica Brasileira**, Salvador, v. 21, n. 1, p.53-58, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141378522013000100011&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 06 maio 2019.

SANTOS, Thiago Henrique Moreira. Protocolos de tratamento fisioterapêutico no pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior em atletas profissionais: revisão literária. **Revista Científica Facmais**, Aparecida de Goiânia, v., n. 3, p.87-96, 13 jun. 2016. Disponível em: <<http://revistacientifica.facmais.com.br/wp-content/uploads/2017/01/Artigo-07-Protocolos-de-tratamento-fisioterap%C3%AAAutico-no-p%C3%B3s-operat%C3%B3rio-de-reconstru%C3%A7%C3%A3o-do-ligamento-cruzado-anterior-em-atletas-profissionais-re.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

SANTOS, Gisélia Cícera et al. Análise comparativa da hipertrofia e fortalecimento do músculo quadríceps a partir do exercício resistido x eletroestimulação (fes). **Ciências Biológicas e da Saúde**, Maceió, v. 3, n. 2, p.21-32, maio 2015. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsbiosauade/article/view/1834/1250>>. Acesso em: 03 maio 2019.

SILVA, Kelson Nonato Gomes da et al. Reabilitação pós-operatória dos ligamentos cruzado anterior e posterior: estudo de caso. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 3, p.166-169, 2010. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-78522010000300010>. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-78522010000300010>. Acesso em: 26 abr. 2019

SOARES, Weverthon et al. Aplicabilidade de um protocolo fisioterapêutico no pós-operatório de ligamento cruzado anterior. **Acta Biomédica Brasiliensia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p.11-16, dez. 2011. Disponível em:
<<http://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/11>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

THIELE, Edilson et al. Protocolo de reabilitação acelerada após reconstrução de ligamento cruzado anterior - dados normativos. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, [s.l.], v. 36, n. 6, p.504-508, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69912009000600008>. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69912009000600008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2019.

VASCONCELOS, Rodrigo Antunes de et al. Análise da correlação entre pico de torque, desempenho funcional e frouxidão ligamentar em indivíduos normais e com reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Revista Brasileira de Ortopedia**, [s.l.], v. 44, n. 2, p.134-142, abr. 2009. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-36162009000200008>. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-36162009000200008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2019.