

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**MARCELO LIMA DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR COM ENXERTO DE TENDÃO FLEXOR, NO  
EQUILÍBRIO E NA ATIVAÇÃO MUSCULAR E CINEMÁTICA DO MEMBRO  
INFERIOR**

Alfenas/MG  
2017

**MARCELO LIMA DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR COM ENXERTO DE TENDÃO FLEXOR, NO  
EQUILÍBRIO E NA ATIVAÇÃO MUSCULAR E CINEMÁTICA DO MEMBRO  
INFERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal Alfenas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Neurociências e comportamento.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato

Co-orientador: Prof. Dr. Leonardo César Carvalho

Alfenas/MG  
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Oliveira, Marcelo Lima de.

Análise dos efeitos agudos da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto de tendão flexor, no equilíbrio e na ativação muscular e cinemática do membro inferior / Marcelo Lima de Oliveira. -- Alfenas/MG, 2017.

76 f.

Orientador: Daniel Ferreira Moreira Lobato  
Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicadas à Saúde) -  
Universidade Federal de Alfenas, 2017.

Bibliografia.

1. Joelho. 2. Fenômenos Biomecânicos. 3. Eletromiografia. 4. Equilíbrio Postural. I. Lobato, Daniel Ferreira Moreira. II. Título.

CDD-612.7

MARCELO LIMA DE OLIVEIRA .

"ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR COM ENXERTO DE TENDÃO FLEXOR, NO  
EQUILÍBRIO E NA ATIVAÇÃO MUSCULAR E CINEMÁTICA DO MEMBRO INFERIOR"

A Banca Examinadora, abaixo assinada, aprova a  
Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de Mestre  
em Biociências Aplicadas à Saúde pela  
Universidade Federal de Alfenas . Área de  
concentração: Neurociências e Comportamento

Aprovado em: 07/08/17

Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato.  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas-MG  
- UNIFAL-MG

Assinatura: Daniel F. Moreira Lobato

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago  
Instituição: Universidade de São Paulo - USP

Assinatura: Paulo R. P. Santiago

Prof. Dr. Adriano Prado Simão  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas-MG  
- UNIFAL-MG

Assinatura: Adriano Prado Simão

Dedico esta, bem como as conquistas de minha vida,  
aos **meus pais**, principais responsáveis por tudo que sou.

## **AGRADECIMENTOS**

Meu primeiro agradecimento é dirigido a Deus, por não ter me deixado fraquejar, por meio do seu amor e poder infinito, me sustentou em cada momento da realização deste trabalho, para que eu chegasse até o fim.

Aos meus queridos pais pelo incentivo incondicional. Por não medirem esforços, estarem sempre ao meu lado e pelo apoio em todas as decisões que tive que tomar durante esta trajetória. Sem a ajuda de vocês, nada disso seria possível. Espero um dia, poder retribuir tudo isso a vocês.

Aos meus familiares, de uma forma geral, pelo apoio e momentos de descontração e alegria, onde sempre renovava as minhas energias.

Ao Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato, meu orientador, pela atenção, paciência, amizade, confiança e por ter acreditado em mim. Por todos os ensinamentos a mim dirigidos, durante a graduação, por meio da minha iniciação científica e se estendendo para a pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Leonardo César Carvalho, meu co-orientador, pela amizade, paciência e ensinamentos sempre que o procurei, ensinamentos estes, científicos e também para a vida.

Ao Prof. Dr. Adriano, Profa. Dra. Denise e Prof. Dr. Dernival, pela considerações e orientações feitas durante o exame de qualificação deste trabalho.

Ao Dr. Marcelo Stegmann, por ter sido fundamental na execução deste trabalho, atuando por meio do envio de pacientes e a cirurgia dos mesmos.

Aos pacientes pela importante colaboração que deram para este trabalho.

Aos alunos de iniciação científica que participaram do trabalho, Leonardo Cavestré, Lorrane Moreira, Murilo Silveira e Beatriz Mendrone, a ajuda de vocês foi de suma importância para a conclusão deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação, onde alguns estiveram comigo durante a graduação, pelo companheirismo, auxílio, boa convivência diária e aprendizado científico, acadêmico e também pessoal.

Aos funcionários da Clínica de Fisioterapia da Unifal, pelo companheirismo, competência e fundamental ajuda durante o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é uma lesão muito comum no contexto ortopédico e esportivo e, dentre as técnicas desenvolvidas para a reconstrução do LCA, destaca a técnica com enxerto autólogo de tendão da musculatura flexora de joelho. Apesar de haver uma literatura abundante a respeito da cirurgia de reconstrução de LCA e de seus resultados a médio e longo prazo, existem poucas informações sobre as repercussões imediatas deste procedimento em relação ao equilíbrio, ativação muscular, principalmente da musculatura proximal de quadril, e análise cinemática dos membros inferiores. Deste modo, o objetivo do estudo foi analisar os efeitos agudos pós-cirúrgicos da cirurgia de reconstrução do LCA com enxerto de tendão flexor por meio do equilíbrio e na ativação muscular e cinemática de membros inferiores. A amostragem selecionada foi constituída de 14 homens ( $31 \pm 9$  anos) submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA com enxerto de tendão de flexores de joelho. Os voluntários realizaram uma avaliação simultânea da cinemática dos membros inferiores, avaliação eletromiográfica dos músculos glúteo máximo, glúteo médio, vasto medial, vasto lateral, semitendinoso, bíceps da coxa e gastrocnêmio porção medial e avaliação de equilíbrio por baropodometria durante o mini-agachamento. A avaliação aconteceu em dois momentos distintos: uma avaliação pré-cirúrgica e outra com 15 dias pós-cirurgia de reconstrução de LCA e em duas condições sensoriais: com olhos abertos e com olhos fechados. Foram realizadas comparações intragrupos (pré X pós) para cada membro (lesado e saudável), por meio dos testes t-Student para amostras dependentes ou pelo teste de Wilcoxon, de acordo com a distribuição dos dados de cada conjunto, considerando  $\alpha = 5\%$ . Em relação a avaliação cinemática, verificou-se apenas o aumento da adução de quadril do lado saudável ( $p=0,030$ ) e diminuição da abdução de quadril do lado lesado ( $p=0,008$ ) após a reconstrução. Houve redução da ativação muscular (dados brutos) para os músculos glúteo médio ( $p=0,023$ ), vasto medial ( $p=0,002$ ) vasto lateral ( $p=0,002$ ) bíceps da coxa ( $p=0,043$ ) do membro lesado durante o mini agachamento com olhos abertos, assim como, glúteo médio ( $p=0,039$ ), vasto medial ( $p=0,002$ ) vasto lateral ( $p=0,004$ ) bíceps da coxa ( $p=0,019$ ) e gastrocnêmio porção medial ( $p=0,007$ ) do membro lesado durante o mini agachamento com olhos fechados. Após normalização dos dados, pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM) verificou-se aumento da ativação durante o miniagachamento com olhos abertos e fechados para os

músculos: glúteo máximo lado sadio ( $p=0,011$ ) ( $p=0,005$ ), glúteo médio lado sadio ( $p=0,025$ ) ( $p=0,039$ ) e lado lesado ( $p=0,011$ ) ( $p=0,011$ ), semitendinoso lado lesado ( $p=0,002$ ) ( $p=0,001$ ), bíceps da coxa lado lesado ( $p=0,016$ ) ( $p=0,046$ ) e gastrocnêmio medial lado lesado ( $p=0,004$ ) ( $p=0,004$ ) e diminuição da ativação do musculo vasto medial lado lesado ( $p=0,016$ ) ( $p=0,021$ ). Durante a avaliação eletromiográfica da CIVM, houve redução da ativação dos músculos glúteo médio ( $p=0,013$ ), vasto medial ( $p=0,035$ ) semitendinoso ( $p=0,001$ ), bíceps da coxa ( $p<0,001$ ) e gastrocnêmio porção medial ( $p=0,001$ ) do lado lesado. Em relação ao equilíbrio, foi verificado aumento da área de deslocamento do centro de pressão do membro lesado com os olhos abertos ( $p=0,004$ ), bem como redução na distribuição de massa sobre o membro lesado ( $p=0,001$ ) e, conseqüentemente aumento sobre o membro saudável ( $p=0,001$ ). Diante do exposto, a cirurgia de reconstrução de LCA com tendão flexor, pode promover alterações imediatas na cinemática, na ativação muscular do membro, bem como alterar as estratégias de equilíbrio dos indivíduos submetidos a este procedimento.

Palavras-chave: Joelho. Fenômenos Biomecânicos. Eletromiografia. Equilíbrio postural.

## ABSTRACT

Anterior Cruciate Ligament (ACL) rupture is a very common lesion in the orthopedic and sports context and among the techniques developed for ACL reconstruction, the technique with autologous grafting of the hamstring tendon is highlighted. Although there is an abundant literature regarding ACL reconstruction surgery and its results in the medium and long term, there is little information on the immediate repercussions of this procedure in relation to the balance, muscular activation, mainly of the proximal musculature of the hip, and kinematic analysis of the lower limbs. Thus, the aim of this study was to analyze the acute postoperative effects of ACL reconstruction surgery with hamstring tendon graft through Balance and muscle activation and kinematics of lower limbs. The selected sample consisted of 14 men ( $31 \pm 9$  years) who underwent ACL reconstruction surgery with a knee flexor tendon graft. The volunteers performed a simultaneous evaluation of the lower limb kinematics, electromyographic evaluation of the gluteus maximus, gluteus medius, vastus medialis, vastus lateralis, semitendinosus, biceps thigh and gastrocnemius medial portion and evaluation of balance by baropodometric during mini-squatting. The evaluation took place in two different moments: one pre-surgical evaluation and the other 15 days after ACL reconstruction surgery and in two sensory conditions: with open eyes and with closed eyes. Intragroup comparisons (pre-X post) were performed for each limb (injured and healthy), using Student's t-tests for dependent samples or the Wilcoxon test, according to the distribution of the data of each group, considering  $\alpha = 5\%$ . In relation to the kinematic evaluation, only the increase of hip adduction on the healthy side ( $p = 0.030$ ) and decreased of hip abduction on the injured side ( $p = 0.008$ ) after reconstruction were observed. There was reduction of muscle activation (gross data) for the gluteus medius ( $p = 0.023$ ), vastus medialis ( $p = 0.002$ ) vastus lateralis ( $p = 0.002$ ) biceps femoris ( $0.043$ ) of the injured limb during the mini squat with open eyes ( $P = 0.039$ ), vastus medialis ( $p = 0.002$ ) vastus lateralis ( $p = 0.004$ ) biceps femoris ( $0.019$ ) and medial gastrocnemius portion ( $p = 0.007$ ) of the injured limb during mini-squatting with eyes closed. After normalization of the data, the maximal voluntary isometric contraction (MVIC) showed increased activation during the miniagachamento with open and closed eyes for the muscles: gluteus maximus healthy side ( $p = 0.011$ ) ( $p = 0.005$ ), gluteus medius healthy side ( $P = 0.025$ ) and injured side ( $p = 0.011$ ) ( $p = 0.011$ ), semitendinosus injured side ( $p = 0.002$ ) ( $p = 0.001$ ), biceps femur injured side ( $p =$

0.046) and medial gastrocnemius lesioned side ( $p = 0.004$ ) ( $p = 0.004$ ) and decreased activation of the vastus medialis injured side ( $p = 0.016$ ) ( $p = 0.021$ ). During the electromyographic evaluation of the MVIC, there was a reduction in the activation of the gluteus medius ( $p = 0.013$ ), vastus medialis ( $p = 0.035$ ) semitendinosus ( $p = 0.001$ ), biceps femoris ( $p < 0.001$ ) and medial gastrocnemius portion ( $p = 0.001$ ) of the injured side. In relation to the balance, there was an increase in the area of displacement of the center of pressure of the injured limb with open eyes ( $p = 0.004$ ), as well as a decrease in the mass distribution on the injured limb ( $p = 0.001$ ) and, consequently the increase healthy limb ( $p = 0.001$ ). Considering the above, ACL reconstruction surgery with hamstring tendon can promote immediate changes in kinematics, muscle activation of the limb, as well as alter the balance strategies of the individuals submitted to this procedure.

Keywords: Knee, Biomechanical Phenomena, Electromyography, Postural balance

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Características demográficas e antropométricas do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14).....	40
Tabela 2-	Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos abertos.....	41
Tabela 3-	Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos fechados.....	42
Tabela 4-	Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos abertos, correspondendo ao ângulo alvo de joelho.....	43
Tabela 5-	Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos fechados, correspondendo ao ângulo alvo de joelho.....	44
Tabela 6-	Avaliação eletromiográfica do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos.....	45
Tabela 7-	Avaliação eletromiográfica do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos fechados.....	46
Tabela 8-	Avaliação eletromiográfica com os dados normalizados do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica durante o mini agachamento b com os olhos abertos.....	47
Tabela 9-	Avaliação eletromiográfica com os dados normalizados do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos fechados.....	48
Tabela 10-	Avaliação eletromiográfica por contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica.....	49

Tabela 11-	Avaliação baropodométrica do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, do membro lesado, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.....	50
Tabela 12-	Avaliação baropodométrica do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, do membro saudável, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.....	51
Tabela 13-	Avaliação do centro de pressão corporal do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14)), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.....	52
Tabela 14-	Distribuição de massa do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, do membro lesado, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em repouso dos músculos vasto medial, vasto lateral e glúteo médio.....	25
Figura 2-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em repouso dos músculos gastrocnêmio porção medial, isquiotibiais e glúteo máximo.....	26
Figura 3-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM do músculo glúteo médio.....	27
Figura 4-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM do músculo glúteo máximo.....	27
Figura 5-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM dos músculos vasto medial e vasto lateral.....	28
Figura 6-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM dos músculos semitendinoso e bíceps da coxa.....	28
Figura 7-	Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM do músculo gastrocnêmio porção medial.....	29
Figura 8-	Câmera Optitrack Flex: V100R2.....	30
Figura 9-	Esquema de posicionamento das câmeras no laboratório.....	30
Figura10-	Objeto de calibração dinâmica ( <i>Calibration wand</i> ).....	31
Figura11-	Objeto utilizado para calibração estática.....	32
Figura12-	Marcador refletivo.....	32
Figura13-	Demonstração do esquema de posicionamento dos marcadores no paciente.....	33
Figura14-	Visualização dos marcadores capturados pelo sistema de câmeras e visualizados por meio do software <i>Foundation Motion Capture PackageMotive</i> .....	34
Figura15-	Modelo Biomecânico gerado pelo software Visual 3D.....	35
Figura16-	Baropodômetro utilizado Footwork.....	37
Figura17-	Vizualização da análise baropodométrica.....	37
Figura18-	Sequência de avaliação do presente estudo.....	38
Figura19-	Ambiente experimental de coleta simultânea cinemática, eletromiográfica e baropodométrica.....	39

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AM</b>	-Antero medial
<b>AP</b>	-Ântero-posterior
<b>CIVM</b>	-Contração Isométrica Voluntária Máxima
<b>IKDC</b>	-International Knee Documentation Committee
<b>LCA</b>	-Ligamento cruzado anterior
<b>LM</b>	-Látero-medial
<b>AO</b>	-Osteoartrite
<b>PD</b>	-Proximal-distal
<b>PL</b>	-Posterolateral
<b>TCLE</b>	-Termo de Consentimento Livre Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	GERAL .....	21
3.2	ESPECÍFICOS .....	21
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
4.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	22
4.2	LOCAL DO ESTUDO.....	22
4.3	AMOSTRA.....	22
4.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	23
4.5	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	23
4.6	PROCEDIMENTOS.....	23
<b>4.6.1</b>	<b>Avaliação eletromiográfica .....</b>	<b>24</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Avaliação da cinemática .....</b>	<b>30</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Avaliação baropodométrica.....</b>	<b>36</b>
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>71</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ligamento Cruzado Anterior (LCA) foi descrito inicialmente por Galeno em 170 d.C, que o definiu como uma estrutura com função estabilizadora do joelho. Entretanto, foi manifestado o interesse por essa estrutura ligamentar somente em 1850, quando Stark relatou o primeiro caso de uma lesão do LCA, em que a mesma foi tratada conservadoramente. No início, o tratamento conservador, com órteses e somente reforço muscular, era amplamente difundido, principalmente porque havia muitos casos em que o diagnóstico de lesão ou ruptura do LCA eram negligenciados (SNOOK 1983).

O LCA tem origem na porção posterior do côndilo femoral lateral, apresenta um curso intrarticular e extrassinovial e insere-se lateral e anteriormente à espinha tibial medial. O modelo mais aceito hoje é o de duas bandas, criado por Girgis, F.G; Marshall, J.L; Monajem, A (1975), no qual uma banda ântero-medial (AM) emerge mais proximal e posteriormente ao fêmur, enquanto a banda póstero-lateral (PL) é mais distal e anterior. As bandas são torcidas em seu trajeto no intercôndilo e a inserção na tibia segue a ordem que lhes dá o nome: ântero-medial e póstero-lateral (KUPICZIK et al., 2013).

O LCA tem uma função indispensável na biomecânica do joelho, agindo como um estabilizador primário contra a translação anterior da tibia em relação ao fêmur, e tem participação secundária na restrição da rotação medial do joelho (FUKUBAYASHI et al., 1982). Além disso, foi demonstrado que o LCA, promove proteção à cartilagem articular e aos meniscos, diminuindo assim a possibilidade de uma degeneração articular (BUSFIELD et al., 2005).

A ruptura do LCA tem sido cada vez mais comum em esportes de alto desempenho. Setenta por cento das lesões do LCA acontecem sem o contato prévio com o adversário, ou seja, em decorrência de um movimento alterado, no qual o atleta, sozinho, acaba sofrendo a ruptura do ligamento Sutton; Bullock, (2013), como por exemplo, ao tentar desacelerar e mudar de direção com o pé fixo no solo, quando o atleta pode promover um estresse em valgo e em rotação medial ou lateral do joelho sem ocorrer nenhum contato com outro atleta, ocasionando a ruptura do LCA. (PRENTICE et al., 2003).

Alterações biomecânicas, causando o valgo excessivo de joelho, podem se tornar uma condição perigosa para lesões desta articulação (SCHMITZ et al., 2008). Outros fatores, incluindo anatomia óssea, controle neuromuscular, regulação hormonal

e genética, são conhecidos por contribuírem para a ruptura do ligamento cruzado anterior, quando se trata de uma lesão sem contato (GROOMS et al., 2016).

Estudos prospectivos têm demonstrado que padrões de movimentos alterados de tronco, quadril e joelho são potenciais fatores de risco para lesões do ligamento cruzado anterior (HEWETT et al., 2005; ZAZULAK et al., 2007). Neste sentido, alteração postural ou o mau alinhamento dos membros inferiores contribuem aumentando a tensão no LCA, podendo predispor uma pessoa a sofrer a lesão do ligamento. Deste modo, é importante a avaliação de todo membro inferior, não somente enfatizando apenas um complexo articular, com o objetivo de identificar de forma mais abrangente os fatores de risco para as lesões do LCA (RENSTROM et al., 2008). Diante deste contexto, um fator causal que pode estar ligado a essas alterações de movimento é o déficit de força dos músculos do quadril (JACOBS et al., 2007).

Em um estudo prospectivo realizado por Khayambashi et al (2016), com o objetivo de identificar se o déficit neuromuscular dos músculos posterolaterais do quadril consistiam em fatores de risco para lesões futuras do LCA, foi observado que a força dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril era menor no início da temporada nos atletas que se machucaram ao longo do ano. Também concluíram que pessoas com padrão de força menor que 20,3% do peso corporal para rotadores laterais e 34,4% para abdutores do quadril apresentaram maior risco de lesionar o LCA.

Outros fatores podem contribuir para essa disfunção do movimento: um estudo realizado por Bittencourt et al (2012), encontrou que o aumento do valgismo dinâmico não acontece somente com a presença de uma característica. Para acontecer esta disfunção, é necessário que um conjunto de alterações biomecânicas e neuromusculares estejam presentes, atuando de forma simultânea, e isso pode variar de acordo com o movimento realizado, seja ele saltos ou agachamentos. Dentro desse conjunto de alterações presentes, pode-se descrever a fraqueza dos músculos posterolaterais do quadril Clairbone et al (2006) e Bittencourt et al (2012), arco de movimento excessivo de rotação medial do quadril, podendo, talvez, indicar uma baixa rigidez passiva Bittencourt et al (2012) e restrição de dorsiflexão (BELL-JENJE et al., 2016).

O aumento do valgismo de joelho, eleva as magnitudes das forças tensivas no LCA, resultando em um maior risco para lesão (MARKOLF et al., 1995). Este achado, corrobora com Olsen et al (2004) e Krosshaug et al (2007), em que os autores relataram um colapso em valgo dinâmico do joelho como o mecanismo mais comum para lesão do

LCA durante a prática de handebol e basquetebol, respectivamente.

Estudos analisando a cinemática articular do joelho durante a marcha e a biomecânica de membros inferiores durante saltos, com indivíduos submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA Ortiz et al., (2014) e Shabani et al., (2014), demonstraram alterações significativas durante a marcha tendendo para um maior valgo dinâmico de joelho e durante a aterrissagem no salto com déficit de extensão de joelho, respectivamente, após a reconstrução ligamentar.

Em um estudo de Nyland et al (2014), foram analisadas as possíveis compensações neuromusculares de membros inferiores em indivíduos submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA durante o *Hop Test*, por meio da eletromiografia e cinemática de membros inferiores. Os autores concluíram que houve aumento da ativação do músculo glúteo máximo e isquiotibiais mediais durante o salto, sugerindo que estas compensações podem estar relacionadas ao déficit neurossensorial permanente pós-cirurgia, e sua influência sobre as alterações via aferente de membros inferiores.

Existem inúmeras técnicas que foram desenvolvidas para a reconstrução de LCA, todas elas com seus pontos positivos e negativos. Dentre elas vão se destacar a técnica com enxerto autólogo do terço medial do tendão patelar, e também a técnica com enxerto autólogo de tendão da musculatura flexora de joelho, mais especificamente dos músculos grácil e semitendinoso (O'BRIEN et al., 1991).

A escolha do enxerto para a reconstrução do LCA é uma questão de debate, não há um consenso comum entre as duas escolhas. A escolha pode depender da experiência do cirurgião, disponibilidade de tecido, nível de atividade do paciente, comorbidades, cirurgia prévia, e preferência do paciente. As duas técnicas apresentam desvantagens, as do enxerto com tendão patelar são: o risco de fratura de patela, potencial aumento de disfunção fêmoro-patelar e dor em região anterior no joelho. As desvantagens do enxerto com tendão flexor são: potencial fraqueza dos músculos isquiotibiais e cicatrização mais lenta do sítio de ligação do enxerto (WESTMAN et al., 2005).

Há controvérsias sobre qual tipo de enxerto oferece melhores resultados, estudos prospectivos comparando os dois tipos de enxertos, tendão patelar e tendão flexor encontraram resultados semelhantes em ambos os enxertos (DEO, et al., 2013; KAUTZNER, et al., 2015; LEYS, et al., 2012; PINCZEWSKI, et al., 2007; RAZI, et al.,

2014; SAJOVIC, et al., 2011).

Desta forma, a literatura científica nos mostra que é possível obter excelentes resultados com ambas as técnicas cirúrgicas. E que os dois tipos de enxertos apresentaram resultados semelhantes restaurando de forma confiável a estabilidade do joelho operado.

A função proprioceptiva do LCA é tão importante quanto a sua função mecânica estabilizadora na articulação do joelho. O LCA em conjunto com outras estruturas ligamentares e capsulares do joelho, faz parte de um sistema cápsulo-ligamentar que tem o papel de informar ao sistema nervoso central, sobre mudanças no posicionamento e percepção de movimento, oferecendo sincronia ao movimento articular do joelho. Este sistema também oferece estabilidade estática à articulação. Mecanorreceptores encontrados em suas estruturas, transmitem informações sensitivas para medula, tendo como resultado contrações musculares precisas, oferecendo uma melhor estabilidade dinâmica junto a articulação (KENNEDY; WEINBERG; WILSON, 1974). Poucas evidências têm sugerido que os níveis neurosensitivos e neuromusculares, que são encontrados pré-lesão, retornem com a reconstrução ligamentar (ANGOULES, 2013; WILLIAMS 2001).

A reconstrução do ligamento cruzado anterior, restaura basicamente a estabilidade mecânica da articulação do joelho, porém, permanece um déficit funcional após a reconstrução, razão pela qual, muitos atletas não conseguem retornar ao nível de função pré-lesão do LCA (ARDERN et al., 2014). Neste sentido, com a diminuição da propriocepção ou resposta aferente articular do joelho, pode ocorrer uma perturbação no controle neuromuscular e afetar as respostas motoras, resultando em uma disfunção do membro lesionado (KAPRELI et al., 2009).

Usualmente, a instabilidade articular do joelho, é avaliada através de medidas passivas, como por exemplo, testes ortopédicos especiais e a artrometria. Entretanto, a instabilidade do joelho, durante atividades dinâmicas, não está relacionada com medidas passivas, instabilidade essa, que pode permanecer durante vários meses de reabilitação, durante o pós-operatório de cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (EASTLACK; AXE; SNYDER-MACKLER, 1999).

Em pacientes submetidos a reconstrução do LCA, é observado uma assimetria entre os membros inferiores, lesado e saudável, durante avaliações cinemáticas Di stasi (2013), bem como também é encontrado quando comparados com grupos saudáveis

(PATTERSON; DELAHUNT; CAULFIELD, 2014). É fundamental avaliar e identificar alterações e assimetrias durante o movimento, visto que estas assimetrias implicam tanto no desenvolvimento de osteoartrose de joelho bem como predisposição de uma re-lesão (VAN DE VELDE et al., 2009; PATERNO et al., 2010).

O principal objetivo da cirurgia de reconstrução do LCA é fazer com que o paciente retorne ao seu nível de atividade pré-lesão, porém, existem evidências que demonstram que o paciente apresenta alterações na função muscular de quadríceps, isquiotibiais e glúteos, mesmo após retornar eu seu nível de atividade pré-lesão (VAIRO et al., 2008; TSAI et al., 2012).

Embora a musculatura glútea desempenhe um importante papel no controle e alinhamento de membros inferiores durante tarefas que demandam descarga de peso Neumann (2010), há uma limitação de estudos que avaliam a atividade deste importante grupo muscular.

As excursões do centro de pressão (COP) durante a posição estática têm sido usadas para avaliar o controle postural e função sensorimotora de pacientes submetidos a reconstrução do LCA Mohammadi et al (2012), visto que como resultado da cirurgia, há uma diminuição na propriocepção do joelho Kapreli et al (2009), podendo influenciar tanto na postura estática quanto na postura dinâmica do paciente. Apesar de Mattacola et al (2002) não terem encontrado diferenças significativas entre membro lesado e membro saudável, quando avaliados, com relação ao equilíbrio. Dauty, Collon e Dubois (2010) constataram que, o equilíbrio postural do lado acometido, era pior em relação ao lado não acometido ou no membro correspondente em indivíduos saudáveis.

Durante a reabilitação, fisioterapeutas precisam estar cientes de alterações no padrão de movimento e déficits neuromusculares presentes nos pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA. Para elaborar protocolos específicos a fim de minimizar possíveis recidivas da lesão e também evitar o processo de degeneração condral na articulação não só do joelho, mas de todo membro inferior futuramente.

## 2 JUSTIFICATIVA

Déficits sensoriais podem persistir após uma cirurgia de reconstrução de LCA, e como consequência, resultar em alterações como fraqueza muscular e comprometimento do equilíbrio e desempenho funcional de membros inferiores. (BONFIM et al., 2003).

Em um estudo de Abdalla et al (2009) em que foi comparado o pico de torque da musculatura flexora e extensora de joelho, em indivíduos submetidos a cirurgia de reconstrução de LCA, foi constatado que quando o enxerto com tendão patelar foi utilizado, houve um maior déficit extensor de joelho, e quando foi utilizado o tendão flexor como enxerto, os resultados demonstraram que houve um maior déficit no pico de torque da musculatura flexora de joelho. Entretanto, em um estudo de Leiter et al (2013) que avaliou a força da musculatura flexora de joelho, em indivíduos submetidos a cirurgia de reconstrução de LCA com enxerto de tendão de flexores, relatou que apesar do uso da técnica, não houve comprometimento da força muscular flexora de joelho com relação ao membro contralateral saudável.

Com a escassez de estudos que avaliem os efeitos agudos após reconstrução do LCA, na atividade elétrica muscular, principalmente da musculatura proximal do quadril, cinemática do membro inferior e a baropodometria, se faz necessário a elaboração de estudos mais consistentes e com certo rigor metodológico, para que assim, seja possível elaborar protocolos de reabilitação pós-cirurgia de LCA. E como resultado, criar protocolos de reabilitação mais eficientes e objetivos, favorecendo a prática clínica e obtendo melhores resultados.

Existe de uma literatura abundante a respeito da cirurgia de reconstrução de LCA e seus resultados, entretanto, há uma carência de dados comparando diretamente os efeitos agudos da cirurgia, no que diz respeito a avaliação eletromiográfica (Ortiz et al (2014), principalmente da musculatura proximal de quadril, cinemática de membros inferiores Noehren et al (2014) e equilíbrio por meio da baropodometria.

Um ponto importante de análise que foi abordado no presente estudo é a avaliação pré-cirúrgica das variáveis que serão analisadas de modo agudo no pós-cirúrgico, visto que na maioria dos estudos consultados na literatura, não foi encontrado nenhuma evidencia de realização de uma avaliação pré-cirúrgica para comparação com o efeito agudo pós-cirúrgico.

É importante identificar fatores de riscos modificáveis, que podem contribuir para alterações biomecânicas e funcionais em membros inferiores, a fim de minimizar possíveis riscos ou variáveis que podem interferir no bom prognóstico pós-operatório de cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior.

### 3 OBJETIVOS

A seguir serão descritos os objetivos geral e específicos do presente estudo.

#### 3.1 GERAL

Analisar os efeitos agudos da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendão flexor por meio da ativação muscular, cinemática e equilíbrio de membros inferiores.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

Verificar os efeitos agudos da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto de tendão de flexores de joelho por meio da cinemática de membros inferiores.

Verificar os efeitos agudos da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto de tendão de flexores de joelho por meio da ativação muscular do glúteo máximo, glúteo médio, vasto medial, vasto lateral, semitendinoso, bíceps da coxa e gastrocnêmio porção medial.

Verificar os efeitos agudos da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto de tendão de flexores de joelho no equilíbrio e distribuição de massa.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

A seguir serão descritos o delineamento do estudo, local do estudo, amostra, critérios de inclusão, critérios de exclusão, procedimentos e análise estatística.

### **4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO**

Trata-se de um estudo do tipo coorte, pré e pós e quantitativo.

### **4.2 LOCAL DO ESTUDO**

O estudo foi realizado no Laboratório de Biomecânica e Marcha da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) – Unidade II - Santa Clara, na cidade de Alfenas-MG, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unifal-MG com o parecer 1.566.422 (Anexo A).

### **4.3 AMOSTRA**

A amostragem foi constituída por 17 indivíduos do sexo masculino, onde somente 14 indivíduos atendiam aos critérios de inclusão do presente estudo, ocorrendo três perdas amostrais. Todos os indivíduos foram encaminhados ao setor de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas, pelo médico responsável pelas cirurgias. Após a explicação sobre o projeto de pesquisa, os indivíduos que concordaram em participar, foram orientados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice I).

#### 4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Indivíduos com idade variando de 18 a 50 anos, pertencentes ou não à comunidade universitária, que concordassem em participar do estudo assinando o TCLE. Apresentar ruptura unilateral primária do LCA verificada artroscopicamente ou por ressonância magnética por imagem, e clinicamente por um sinal positivo nos testes de *Lachman* e de gaveta anterior, ter previsão de reconstrução do LCA utilizando a técnica do tendão de flexores de joelho, a ser realizada por um cirurgião ortopédico específico e realizar o mesmo protocolo de reabilitação após a cirurgia de reconstrução. Os voluntários deviam ser sadios e ativos, apresentando participação em exercícios regulares com frequência mínima de três vezes por semana, durante um mínimo de 30 minutos por sessão de acordo com Blackburn et al (2006), o que corresponde à estratificação de nível 5 na escala de atividade de TEGNER (TEGNER et al., 1985).

#### 4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram considerados critérios de exclusão: a) indivíduos do sexo feminino b) história de cirurgia e/ou disfunção no joelho contralateral; c) qualquer disfunção ou cirurgia nos quadris, tornozelos ou pés; d) qualquer doença neurológica, cardiovascular, metabólica, reumática ou vestibular. e) presença de doença cardiovascular ou respiratória que impedisse a realização dos movimentos do estudo (CHAPPELL et al., 2002).

#### 4.6 PROCEDIMENTOS

Todos os voluntários foram devidamente orientados sobre a execução e finalidade de cada etapa constituinte da avaliação. Os mesmos receberam explicações sobre os riscos, benefícios e procedimentos do estudo, assinando um

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I), previamente à participação.

A avaliação aconteceu em dois momentos distintos: uma avaliação pré-cirúrgica e outra com 15 dias após a cirurgia de reconstrução de Ligamento Cruzado Anterior.

A avaliação pré-cirúrgica foi constituída de uma avaliação física (Apêndice II), coleta eletromiográfica com o paciente em repouso, coleta eletromiográfica em Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) dos músculos que posteriormente serão citados tanto do membro lesionado quanto do membro contralateral sadio e análise simultânea da cinemática de membros inferiores, eletromiografia e baropodometria durante o movimento de mini-agachamento (30 ° de flexão de joelho) com apoio bipodal na condição de olhos abertos e na condição de olhos fechados.

A avaliação pós-cirúrgica foi constituída de uma coleta eletromiográfica com o paciente em repouso, coleta eletromiográfica em Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) dos músculos que posteriormente serão citados, tanto do membro submetido a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior quanto do membro contralateral sadio e de uma análise simultânea da cinemática de membros inferiores, eletromiografia e baropodometria durante o movimento de mini-agachamento (30 ° de flexão de joelho) com apoio bipodal na condição de olhos abertos e olhos fechados.

Para uma melhor compreensão do procedimento de avaliação, a seguir serão descritos detalhadamente os métodos de avaliação utilizados nesse estudo.

#### **4.6.1 Avaliação eletromiográfica**

Para a aquisição do sinal eletromiográfico dos músculos glúteo máximo, glúteo médio, vasto medial, vasto lateral, semitendinoso, bíceps da coxa, e gastrocnêmio porção medial, foi utilizado o aparelho *Trigno 8 Channel Wireless* (Delsys Inc. Natick, USA) equipado com o *software* (EMGworks Aquisition Delsys Inc. Natick, USA).

Foram coletados cinco repetições eletromiográficas em repouso, cinco repetições em CIVM e cinco repetições em coleta dinâmica, tanto com os olhos abertos quanto com os olhos fechados, durante o movimento de mini-agachamento 30°.

Os eletrodos foram posicionados em cada músculo de acordo com as recomendações da Sociedade Européia de Eletromiografia de Superfície (SENIAM). Para diminuir possíveis interferências na aquisição do sinal EMG, realizou-se tricotomia e limpeza da pele com álcool no local determinado sobre os músculos a serem analisados (HERMENS et al., 1999).

O modo de aquisição dos sinais foi calibrado para uma frequência de amostragem de 1000 Hz, calibrado com ganho de 1000 vezes, filtro de passa alta de 20 Hz, filtro de passa baixa de 500 Hz e filtro de 60 Hz presente no aparelho para impedir interferências da rede elétrica.

Para as coletas realizadas durante o repouso do paciente, o mesmo foi posicionado em decúbito dorsal, sobre uma maca, onde o repouso dos músculos anteriores e laterais da coxa e perna foram coletados, e também foi posicionado em decúbito ventral, para realização da coleta em repouso dos músculos posteriores.



Figura 1 - Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em repouso dos músculos vasto medial, vasto lateral e glúteo médio.

Fonte: Do autor



Figura 2 - Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em repouso dos músculos gastrocnêmio porção medial, isquiotibiais e glúteo máximo.

Fonte: Do autor

Logo em seguida, foi coletado a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) pelo teste manual de força muscular de todos os músculos citados anteriormente, onde a posição articular para ser coletado a ativação muscular, foi padronizada para todos os pacientes: glúteo médio (20 graus de abdução de quadril) e glúteo máximo (cinco graus de extensão de quadril) de acordo com Bogla e Uhl (2007)- Figura 3 e 4, vasto lateral e vasto medial (60 graus de flexão de joelho) de acordo com Albertus-kajee et al (2011)- Figura 5, semitendinoso e bíceps da coxa (45 graus de flexão de joelho) e gastrocnêmio porção medial (posição neutra da articulação tíbio-társica) de acordo com Hsu et al (2006) - Figura 6 e 7, cada coleta foi realizada com o tempo de seis segundos, com um intervalo entre as coletas de dois minutos.



Figura 3 - Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM do músculo glúteo médio.  
Fonte: Do autor



Figura 4 - Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM do músculo glúteo máximo.  
Fonte: Do autor



Figura 5 - Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM dos músculos vasto medial e vasto lateral  
Fonte: Do autor



Figura 6 - Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM dos músculos semitendinoso e bíceps da coxa  
Fonte: Do autor



Figura 7- Posicionamento do voluntário para coleta eletromiográfica em CIVM do músculo gastrocnêmio porção medial

Fonte: Do autor

Finalizando a parte eletromiográfica estática, todos os sete eletrodos foram posicionados em suas respectivas regiões musculares e o paciente foi encaminhado para a coleta dinâmica e simultânea.

Foram processados os dados de *Root Mean Square* (RMS) e Pico, utilizando o software (EMGworks Analysis, Delsys Inc. Natick, USA) excluindo o primeiro e o último segundo de coleta, totalizando quatro segundos, com o objetivo de analisar os músculos, durante o movimento proposto no estudo.

Dados eletromiográficos foram normalizados, permitindo a avaliação do nível de atividade do músculo de interesse durante a tarefa sob investigação em relação à capacidade de ativação neural máxima do músculo.

Sinais EMG durante a tarefa

Normalização =  $\frac{\text{RMS/RMS}}{\text{RMS/RMS}}$

Valor de referência obtido a partir da  
EMG do mesmo músculo (CIVM)

#### 4.6.2 Avaliação da cinemática

Para a captação dos dados cinemáticos, foi utilizado o sistema de análise do movimento *Foundation Motion Capture Package Motive* (NaturalPoint, Inc. Corvallis, USA), capaz de permitir uma captura tridimensional do movimento. Foram utilizadas seis câmeras *Optitrack Flex: V100R2* (NaturalPoint, Inc. Corvallis, USA) - Figura 8, com uma frequência de aquisição de 120 Hz, com iluminação infravermelha localizada em volta da lente de cada câmera, onde foram posicionadas em sequência de três câmeras, paralelamente e numeradas de 1 a 6, mantendo o mesmo posicionamento em todas as coletas (Figura 9).



Figura 8 – Câmera Optitrack Flex: V100R2.  
Fonte: Disponível em: <<http://optitrack.com>>..Acesso em 08ago.2017/



Figura 9 – Esquema de posicionamento das câmeras no laboratório.  
Fonte: Do autor

Primeiramente foi executada a calibração do sistema de câmeras *Optitrack*. Utilizando-se o calibrador, promovendo um ambiente controlado, o que é essencial para a aquisição de dados, uma vez que a descrição do movimento de um marcador só é possível se for conhecida sua posição em relação a um dado referencial, em função do tempo (ANDRADE;BARROS 2002).

Como instrumento de calibração, utilizou-se um objeto de calibração dinâmica e um objeto de calibração estática. Inicialmente foi utilizado o objeto de calibração dinâmica (Figura 10) (*Calibration wand*), o mesmo é movimentado por cerca de três minutos dentro da área de calibração, varrendo todo o volume da área de coleta.

Em seguida, o objeto de calibração estática (Figura 11) foi colocado na região central da área de coleta para definir a origem e a orientação do sistema de coordenadas no solo do laboratório.



Figura 10 – Objeto de calibração dinâmica (*Calibration wand*)  
Fonte: Disponível em:<<http://optitrack.com>>. Acesso em 08ago.2017



Figura 11 – Objeto utilizado para calibração estática

Fonte: Disponível em: <<http://optitrack.com>>..Acesso em 08ago.2017

Os voluntários foram instruídos a colocarem uma sunga escura fornecida pelos pesquisadores, sunga esta, adaptada a receber os marcadores reflexivos que foram colocados posteriormente em suas respectivas proeminências ósseas. Para melhor aderência nos pontos anatômicos pré-determinados, houve a limpeza com álcool etílico para a retirada de suor e oleosidade da pele. Marcadores reflexivos de 14 mm de diâmetro (Figura 12), padronizados pelo próprio sistema de câmeras, foram utilizados.



Figura 12 - Marcador refletivo

Fonte: Disponível em: <<http://optitrack.com>>..Acesso em 08ago.2017

Cada marcador reflexivo foi posicionado, sempre que possível, sobre uma área de pequena massa muscular (para minimizar os movimentos do artefato sobre a pele), e fixado por meio de fitas dupla-face de alta aderência.

A colocação dos marcadores foi realizada sempre pelo mesmo examinador, para diminuir a variabilidade da localização destes entre os voluntários.

Foram utilizados dezoito marcadores refletivos: 1 e 2) articulações acrômio-claviculares, 3 e 4) ápice das cristas ilíacas (bilateralmente), 5 e 6) trocânter maior do fêmur (bilateralmente), 7 e 8) epicôndilo medial do fêmur (bilateralmente), 9 e 10) epicôndilo lateral do fêmur (bilateralmente), 11 e 12) maléolo medial (bilateralmente), 13 e 14) maléolo lateral (bilateralmente), 15 e 16) superiormente à cabeça do 1º metatarso (bilateralmente) e 17 e 18) superiormente à cabeça do 5º metatarso (Figura 13).



Figura 13 – Demonstração do esquema de posicionamento dos marcadores no paciente.

Fonte: Do autor.

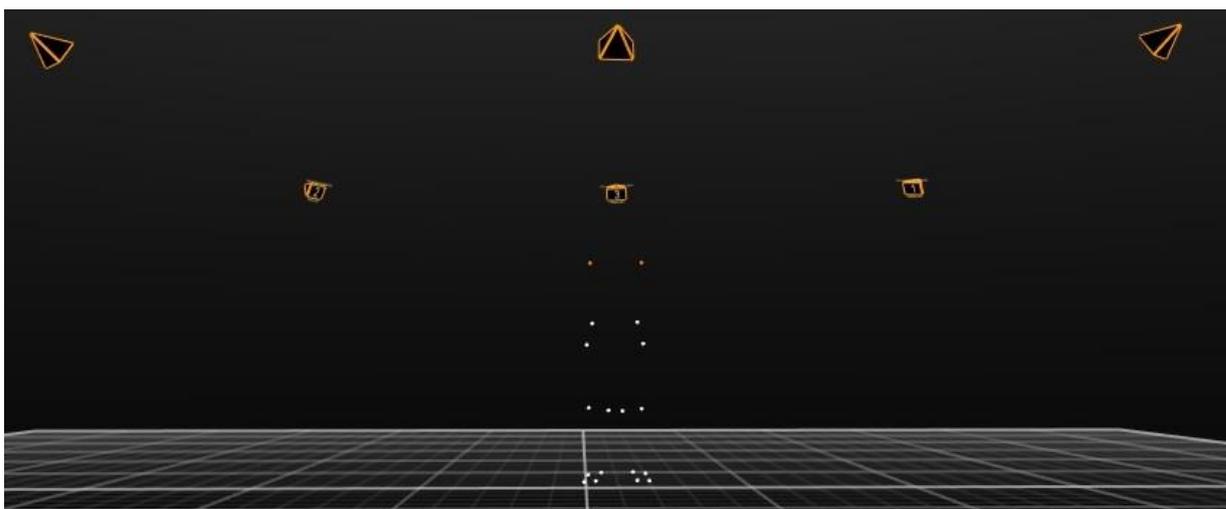


Figura 14 – Visualização dos marcadores capturados pelo sistema de câmeras e visualizados por meio do software *Foundation Motion Capture Package Motive*

Fonte: Do autor

Esta distribuição de marcadores é necessária para determinar o alinhamento da pelve, do quadril, do joelho, do tornozelo e do pé durante a tarefa funcional, necessário para o registro das variações angulares durante os movimentos realizados.

Primeiramente, foi obtido a posição de referência, posição estática, necessária para a identificação dos segmentos pelo sistema e criação do modelo anatômico individual para cada paciente. Para isso, os pacientes foram instruídos a permanecer em posição ortostática, com os pés alinhados e braços ao longo do corpo. A captação desse dado foi realizada por dois segundos.

Em seguida os pacientes foram familiarizados com o movimento (mini agachamento 30°) proposto no estudo, onde, através de um goniômetro, foi descrito a angulação na qual o joelho teria que fletir, e por meio do comando verbal “já” os mesmos eram liberados a realizar o movimento previamente familiarizado, cinco vezes na condição de olhos abertos e cinco vezes na condição de olhos fechados.

Os marcadores foram rastreados e nomeados de acordo com cada região anatômica. Em seguida, os dados foram exportados para o software *Visual3D (C-motion Inc. Rockville, USA)* para posteriormente serem processados e geradas as variáveis angulares de cada complexo articular.

As variáveis cinemáticas analisadas foram a excursão máxima em adução do quadril, rotação medial do quadril, abdução do joelho e rotação lateral do joelho, bem como a excursão em adução do quadril, rotação medial do quadril, abdução do joelho e rotação lateral do joelho, quando considerado o ângulo específico de 30° de flexão

de joelho. Estas variáveis foram calculadas por meio da subtração dos ângulos do quadril e do joelho atingidos nessas condições daqueles registrados na posição anatômica em posição ortostática em apoio bipodal.

Por convenção biomecânica, valores positivos apresentam as excursões em adução e rotação medial de quadril e valores negativos representam excursões em abdução e rotação lateral de joelho.

Inicialmente foi feita a construção do modelo biomecânico dos segmentos corporais com base na posição dos marcadores anatômicos, como mencionado anteriormente (Figura 15).

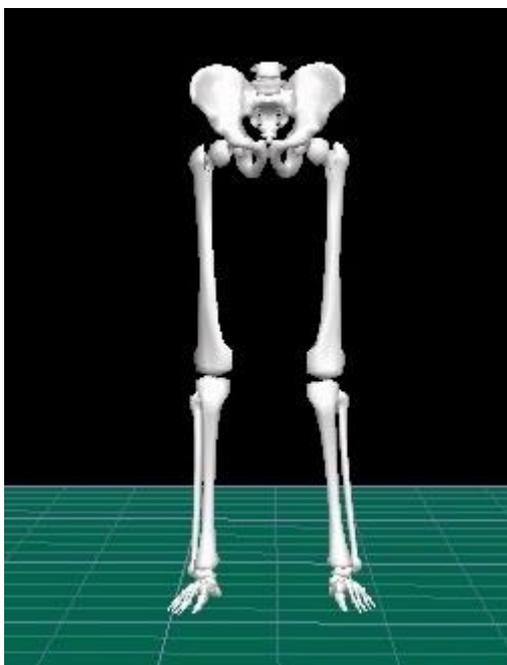


Figura 15 - Modelo Biomecânico gerado pelo software Visual 3D.  
Fonte: Do autor

O segmento pelve, foi construído com os marcadores da região do ápice das cristas ilíacas e do trocânter maior direito e trocânter maior esquerdo, já o segmento coxa, trocânter maior e epicôndilo lateral e medial do fêmur. Com relação ao segmento perna foram utilizados os marcadores dos epicôndilos laterais e mediais do fêmur e maléolos lateral e medial, e o segmento pé, maléolos lateral e medial e cabeça do 1º e 5º metatarsos. Em seguida foi configurado a aplicação desse modelo nos arquivos dinâmicos coletados.

Para a obtenção dos ângulos articulares foi usada a sequência de Cardan X Z Y considerando o sistema de coordenadas do segmento distal em relação ao sistema

de coordenadas do segmento proximal, onde o eixo X representa os movimentos no plano sagital flexão/extensão, eixo Z os movimentos no plano transversal rotação medial/lateral e eixo Y os movimentos no plano frontal abdução/adução (GROOD; SUNTAY 1983).

No quadril e no joelho, o plano sagital, ocorre no eixo látero-medial (LM), portanto, extensão é negativa e flexão positiva, o plano frontal ocorre no eixo ântero-posterior (AP), resultando em adução positiva e abdução negativa. No plano transversal, eixo proximal-distal (PD), rotação interna é positiva e externa negativa.

#### **4.6.3 Avaliação baropodométrica**

Foi utilizado o baropodômetro *FootWork* - *Figura 16* (IST Informatique, França) com intuito de verificar a área de deslocamento do centro de pressão durante o movimento de mini-agachamento. Com o voluntário posicionado inicialmente sobre a plataforma, mantendo uma base de dez cm de distância entre a linha média de cada calcâneo e membros superiores posicionados ao longo do corpo. Foi solicitado a fixação do olhar em um ponto fixo localizado na altura dos olhos e à distância de dois metros dos mesmos. A partir dessa posição o mesmo foi instruído a realizar o movimento de mini-agachamento cinco vezes na condição de olhos abertos e cinco vezes na condição de olhos fechados. Os dados foram adquiridos a uma frequência de aquisição de 100 Hz e analisados no *software FootWork Pro v. 3.2.2.0* - (IST Informatique, França) - *Figura 16*. O tempo de coleta foi de seis segundos.



Figura 16 – Baropodômetro utilizado Footwork

Fonte: Disponível em: <<http://arquipelago.com.br/produtos/8/1/1/FOOTWORK>>. Acesso em: 08ago.217

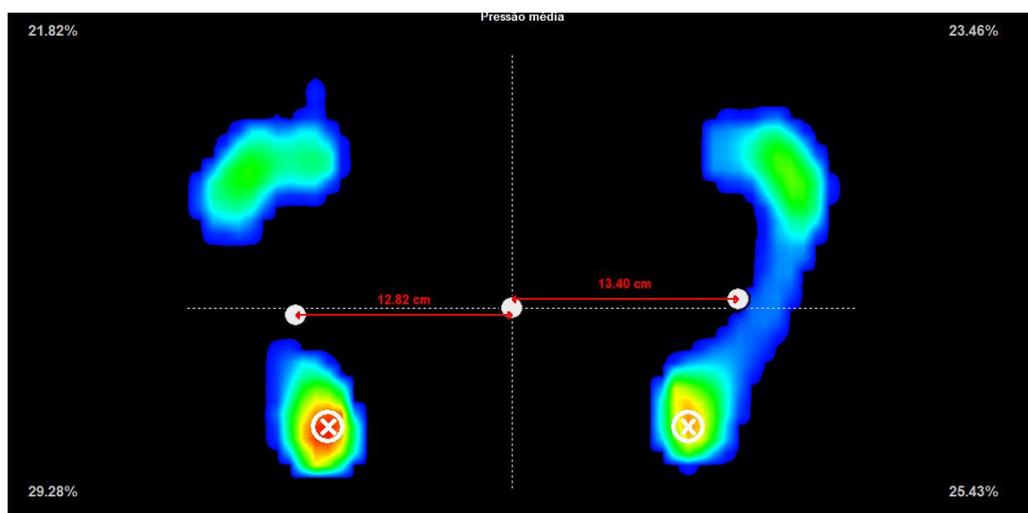


Figura 17 – Visualização da análise baropodométrica

Fonte: Do autor

A Figura 18 representa a sequência de avaliação do presente estudo, onde inicia-se pela avaliação física (Apêndice II), Avaliação eletromiográfica em repouso, avaliação eletromiográfica por meio da CIVM e a avaliação simultânea durante o

movimento de mini-agachamento 30° de flexão de joelho.

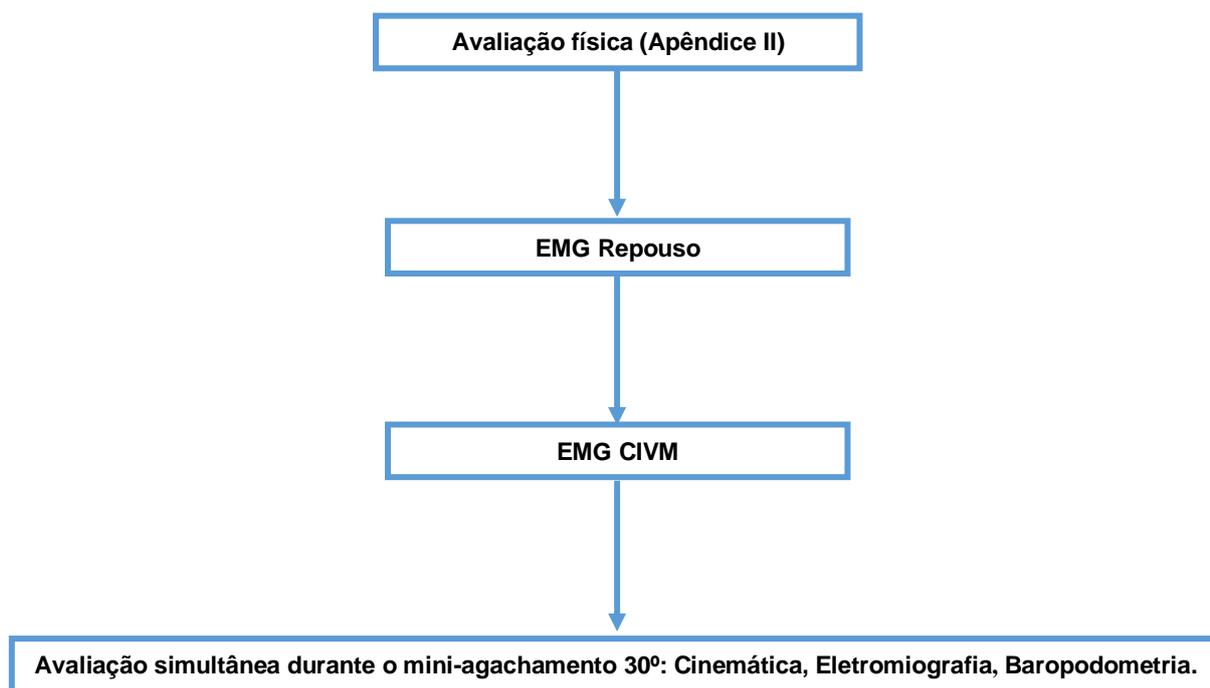


Figura 18 - Sequência de avaliação do presente estudo

Fonte: Do autor

O ambiente experimental, onde foram realizadas as coletas dinâmicas e simultâneas por meio da cinemática, eletromiografia e baropodometria, está representado na Figura 19.



Figura 19 - Ambiente experimental de coleta simultânea cinemática, eletromiográfica e baropodométrica

Fonte: Do autor

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente os dados foram analisados por meio de métodos estatísticos descritivos, para visualização dos seus componentes: média, desvio-padrão, mediana, valores mínimos e máximos. Em seguida, todos os conjuntos de dados foram testados quanto a sua distribuição estatística (normalidade), por meio dos testes de Shapiro-Wilk e quanto a sua homocedasticidade (igualdade de variâncias) por meio do teste de Levene, considerando para ambos os testes um nível de significância de 5%.

Em relação às variáveis dependentes, quando atendidos a ambos os critérios (distribuição normal e homocedasticidade), procedeu-se com a condução de um teste t de Student para amostras dependentes e, quando não atendido a qualquer um dos critérios, com a alternativa não-paramétrica correspondente - teste de Wilcoxon, para a comparação intragrupos para o grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores, utilizando para ambos os testes um nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

Os dados relacionados às características demográficas e antropométricas do grupo estão representados na Tabela 01.

Tabela 01 - Características demográficas e antropométricas do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n= 14).

Variável	GTF
Idade (anos)	31,31 ± 9,66
Massa corporal (kg)	79,65, ± 12,57
Estatura (m)	1,75 ± 0,06
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	25,96 ± 3,76
Tempo médio de lesão (meses)	17,5 ± 0,70

Fonte: Do autor

Legenda: GTF – Grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores

Os dados relacionados à avaliação da cinemática do quadril e do joelho durante o agachamento bipodal na condição de olhos abertos, na avaliação inicial pré-operatória e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 02. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução apenas para a excursão máxima em adução do quadril no membro saudável no GTF, com maiores valores após a reconstrução ligamentar (p=0,03).

Tabela 02 - Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos abertos.

Variável (em graus)	GTF		
	Pré	Pós	p-valor
ADQL	1,35 ± 0,99	1,22 ± 1,15	0,764
RMQL	4,09 ± 5,16	1,01 ± 2,10	0,060
ABJL	-2,21 ± 4,31	-1,12 ± 1,95	0,433
RLJL	-1,28 ± 2,98	-0,47 ± 1,98	0,331
ADQS	0,86 ± 0,68	1,64 ± 1,03	0,030*
RMQS	2,88 ± 4,04	2,57 ± 4,74	0,638
ABJS	-1,96 ± 2,18	-2,30 ± 1,69	0,300
RLJS	-1,57 ± 1,33	-1,66 ± 1,40	0,865

Fonte: Do autor

Legenda: GTF – Grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores

ADQL – Excursão máxima em adução do quadril do membro inferior lesado

RMQL – Excursão máxima em rotação medial do membro inferior lesado

ABJL – Excursão máxima em abdução do joelho do membro inferior lesado

RLJL – Excursão máxima em rotação lateral do joelho do membro inferior lesado

ADQS – Excursão máxima em adução do quadril do membro inferior sadio

RMQS – Excursão máxima em rotação medial do quadril do membro inferior sadio

ABJS – Excursão máxima em abdução do joelho do membro inferior sadio

RLJS – Excursão máxima em rotação lateral do joelho do membro inferior sadio

Adução (+); Abdução (-); Rotação medial (+); Rotação lateral (-)

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Os dados relacionados à avaliação da cinemática do quadril e do joelho durante o agachamento bipodal com olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 03. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução apenas para a excursão máxima em abdução de joelho no membro lesado no GTF, com menores valores após a reconstrução ligamentar (p=0,008).

Tabela 03 - Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos fechados.

Variável (em graus)	GTF		
	Pré	Pós	p-valor
ADQL	1,29 ± 1,28	1,30 ± 1,58	0,979
RMQL	3,15 ± 4,36	2,28 ± 3,59	0,508
ABJL	-3,88 ± 3,22	-1,22 ± 2,23	0,008*
RLJL	-1,37 ± 2,48	-0,69 ± 2,32	0,638
ADQS	1,13 ± 0,86	1,90 ± 1,54	0,120
RMQS	3,16 ± 5,59	1,92 ± 3,37	0,445
ABJS	-2,18 ± 2,12	-1,85 ± 2,35	0,594
RLJS	-2,03 ± 1,76	-2,06 ± 1,72	0,525

Fonte: Do autor

Legenda: GTF – Grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores

ADQL – Excursão máxima em adução do quadril do membro inferior lesado

RMQL – Excursão máxima em rotação medial do membro inferior lesado

ABJL – Excursão máxima em abdução do joelho do membro inferior lesado

RLJL – Excursão máxima em rotação lateral do joelho do membro inferior lesado

ADQS – Excursão máxima em adução do quadril do membro inferior sadio

RMQS – Excursão máxima em rotação medial do quadril do membro inferior sadio

ABJS – Excursão máxima em abdução do joelho do membro inferior sadio

RLJS – Excursão máxima em rotação lateral do joelho do membro inferior sadio

Adução (+); Abdução (-); Rotação medial (+); Rotação lateral (-)

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Os dados relacionados à avaliação da cinemática do quadril e do joelho durante o agachamento bipodal com olhos abertos, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, correspondendo ao ângulo alvo de flexão de joelho (30°) estão representados na Tabela 04. De acordo com esses resultados, não houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução para qualquer variável analisada.

Tabela 04 - Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos abertos correspondendo ao ângulo alvo de joelho.

Variável (em graus)	GTF		
	Pré	Pós	p-valor
ADQL	-0,77 ± 2,48	-1,39 ± 2,10	0,096
RMQL	-0,72 ± 4,34	-1,71 ± 1,93	0,392
ABJL	-1,17 ± 3,05	0,68 ± 2,05	0,122
RLJL	0,55 ± 1,54	-0,10 ± 1,10	0,199
ADQS	-1,78 ± 1,53	-0,88 ± 1,83	0,110
RMQS	0,22 ± 5,19	-0,47 ± 4,23	0,676
ABJS	0,39 ± 2,22	-0,51 ± 2,18	0,191
RLJS	-0,29 ± 1,54	-0,36 ± 1,36	0,911

Fonte: Do autor

Legenda: GTF – Grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores

ADQL – Excursão no ângulo alvo em adução do quadril do membro inferior lesado

RMQL – Excursão no ângulo alvo em rotação medial do quadril do membro inferior lesado

ABJL – Excursão no ângulo alvo em abdução do joelho do membro inferior lesado

RLJL - Excursão no ângulo alvo em rotação lateral do joelho do membro inferior lesado

ADQS – Excursão no ângulo alvo em adução do quadril do membro inferior sadio

RMQS – Excursão no ângulo alvo em rotação medial do quadril do membro inferior sadio

ABJS – Excursão no ângulo alvo em abdução do joelho do membro inferior sadio

RLJS - Excursão no ângulo alvo em rotação lateral do joelho do membro inferior sadio

Adução (+); Abdução (-); Rotação medial (+); Rotação lateral (-)

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Os dados relacionados à avaliação da cinemática do quadril e do joelho durante o agachamento bipodal com olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, correspondendo ao ângulo alvo de flexão de joelho (30°) estão representados na Tabela 05. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução apenas em abdução do joelho no membro lesado no GTF, com menores valores após a reconstrução ligamentar (p=0,011).

Tabela 05 - Avaliação da cinemática do quadril e do joelho do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o mini-agachamento bipodal com os olhos fechados, correspondendo ao ângulo alvo de joelho.

Variável (em graus)	GTF		
	Pré	Pós	p-valor
ADQL	-1,42 ± 2,23	-1,37 ± 2,37	0,880
RMQL	-1,03 ± 4,35	0,18 ± 2,21	0,343
ABJL	-1,12 ± 2,86	0,85 ± 2,08	0,011*
RLJL	0,16 ± 1,73	-0,07 ± 2,00	0,510
ADQS	-1,65 ± 1,68	-1,04 ± 2,16	0,282
RMQS	0,42 ± 4,82	-1,06 ± 3,52	0,280
ABJS	0,52 ± 1,95	-0,93 ± 2,65	0,104
RLJS	-3,96 ± 12,95	-0,64 ± 3,28	0,371

Fonte: Do autor

Legenda: GTF – Grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores

ADQL – Excursão no ângulo alvo em adução do quadril do membro inferior lesado

RMQL – Excursão no ângulo alvo em rotação medial do quadril do membro inferior lesado

ABJL – Excursão no ângulo alvo em abdução do joelho do membro inferior lesado

RLJL – Excursão no ângulo alvo em rotação lateral do joelho do membro inferior lesado

ADQS – Excursão no ângulo alvo em adução do quadril do membro inferior sadio

RMQS – Excursão no ângulo alvo em rotação medial do quadril do membro inferior sadio

ABJS – Excursão no ângulo alvo em abdução do joelho do membro inferior sadio

RLJS – Excursão no ângulo alvo em rotação lateral do joelho do membro inferior sadio

Adução (+); Abdução (-); Rotação medial (+); Rotação lateral (-)

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Os dados brutos relacionados à avaliação eletromiográfica do membro inferior durante o agachamento bipodal com olhos abertos, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 06. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, apenas nos músculos glúteo médio (p=0,023), vasto medial (p=0,002), vasto lateral (p=0,002), bíceps da coxa (p=0,043) e gastrocnêmio porção medial (p=0,033) em relação ao membro lesado, com menores valores após a reconstrução ligamentar.

Tabela 06 - Avaliação eletromiográfica do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) à reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos.

Músculo	Membro	Pré	Pós	p	%
GMAX	Lesado	6,79 ± 5,40	8,10 ± 7,35	0,433	19
	Sadio	8,50 ± 8,83	12,21 ± 14,33	0,433	43
GMED	Lesado	21,34 ± 14,02	16,09 ± 2,03	0,023*	25
	Sadio	17,66 ± 1,95	21,55 ± 6,49	0,074	22
VM	Lesado	33,56 ± 15,74	12,98 ± 9,73	0,002*	38
	Sadio	49,40 ± 52,57	34,26 ± 19,65	0,594	32
VL	Lesado	59,58 ± 36,58	21,84 ± 17,75	0,002*	36
	Sadio	48,91 ± 19,70	48,74 ± 32,99	0,977	0,4
ST	Lesado	22,27 ± 7,48	19,18 ± 5,24	0,124	14
	Sadio	28,95 ± 19,67	21,55 ± 8,70	0,272	26
BC	Lesado	11,59 ± 4,72	7,85 ± 2,93	0,043*	33
	Sadio	12,69 ± 7,99	9,79 ± 4,89	0,096	23
G	Lesado	22,18 ± 16,51	12,33 ± 4,56	0,033*	55
	Sadio	34,77 ± 34,42	19,61 ± 7,90	0,158	56

Fonte: Do autor

Legenda: GMAX = músculo glúteo máximo; GMED = músculo glúteo médio; VM = músculo vasto medial; VL = músculo vasto lateral ST= músculo semitendinoso; BC= músculo bíceps da coxa; G= músculo gastrocnêmio porção medial. \* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base \*variável em microvolts  $\mu$

Os dados brutos relacionados à avaliação eletromiográfica do membro inferior durante o agachamento bipodal com olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 07. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, apenas nos músculos, glúteo médio (p=0,039), vasto medial (p=0,002), vasto lateral (p=0,004), bíceps da coxa (p=0,019) e gastrocnêmio porção medial (p=0,007) em relação ao membro lesado, com menores valores após a reconstrução ligamentar.

Tabela 07 - Avaliação eletromiográfica do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) à reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos fechados.

Músculo	Membro	Pré	Pós	p	%
GMAX	Lesado	6,37 ± 4,66	7,72 ± 7,80	0,683	21
	Sadio	9,19 ± 10,38	9,65 ± 6,93	0,594	5
GMED	Lesado	17,35 ± 1,93	16,17 ± 1,66	0,039*	7
	Sadio	17,78 ± 2,08	20,92 ± 5,67	0,074	17
VM	Lesado	35,92 ± 20,56	11,97 ± 3,93	0,002*	77
	Sadio	33,38 ± 17,78	32,25 ± 16,40	0,697	4
VL	Lesado	47,89 ± 32,58	22,75 ± 15,30	0,004*	47
	Sadio	51,55 ± 20,28	42,76 ± 26,44	0,178	18
ST	Lesado	22,35 ± 6,53	18,14 ± 2,41	0,064	19
	Sadio	24,69 ± 13,07	19,81 ± 3,44	0,158	20
BC	Lesado	13,64 ± 8,44	7,74 ± 3,10	0,019*	56
	Sadio	13,40 ± 13,00	10,03 ± 6,06	0,196	26
G	Lesado	21,37 ± 7,36	13,10 ± 3,82	0,007*	49
	Sadio	25,03 ± 13,59	17,17 ± 6,94	0,149	32

Fonte: Do autor

Legenda: GMAX = músculo glúteo máximo; GMED = músculo glúteo médio; VM = músculo vasto medial; VL = músculo vasto lateral ST= músculo semitendinoso; BC= músculo bíceps da coxa; G= músculo gastrocnêmio porção medial. \* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base. \*variável em microvolts  $\mu$

Os dados normalizados relacionados à avaliação eletromiográfica do membro inferior durante o agachamento bipodal com olhos abertos, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 08. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, com maiores valores para os músculos glúteo máximo ( $p=0,05$ ) e glúteo médio ( $p=0,025$ ), em relação ao membro sadio. Com relação ao membro lesado, houve maiores valores para o músculo glúteo médio ( $p=0,011$ ), semitendinoso ( $p=0,002$ ), bíceps da coxa ( $p=0,016$ ) e gastrocnêmio ( $p=0,004$ ) e menor valor para o músculo vasto medial ( $p=0,016$ ).

Tabela 08 - Avaliação eletromiográfica com os dados normalizados do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos.

Músculo	Membro	Pré	Pós	p	%
GMAX	Lesado	12,89 ± 12,59	16,73 ± 11,80	0,272	29
	Sadio	8,87 ± 4,68	14,51 ± 7,55	0,005*	63
GMED	Lesado	26,03 ± 13,31	41,42 ± 20,91	0,011*	59
	Sadio	24,28 ± 10,21	34,03 ± 17,97	0,025*	40
VM	Lesado	51,83 ± 23,02	27,07 ± 17,67	0,016*	52
	Sadio	42,83 ± 21,46	42,29 ± 21,11	1,000	0,2
VL	Lesado	47,01 ± 16,26	26,49 ± 17,48	0,093	56
	Sadio	48,07 ± 29,10	38,66 ± 15,97	0,168	20
ST	Lesado	14,50 ± 7,45	52,56 ± 23,40	0,002*	262
	Sadio	14,87 ± 9,49	14,59 ± 7,57	0,730	0,2
BC	Lesado	12,66 ± 10,60	23,76 ± 18,93	0,016*	87
	Sadio	11,76 ± 5,34	8,46 ± 6,52	0,064	71
G	Lesado	15,19 ± 6,32	29,94 ± 17,99	0,004*	97
	Sadio	23,74 ± 11,97	18,55 ± 10,47	0,286	78

Fonte: Do autor

Legenda: GMAX = músculo glúteo máximo; GMED = músculo glúteo médio; VM = músculo vasto medial; VL = músculo vasto lateral ST= músculo semitendinoso; BC= músculo bíceps da coxa; G= músculo gastrocnêmio porção medial. \* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base.

Os dados normalizados relacionados à avaliação eletromiográfica do membro inferior durante o agachamento bipodal com olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 09. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, com maiores valores, apenas nos músculos, glúteo máximo (p=0,005) glúteo médio (p=0,039), em relação ao membro sadio. Com relação ao membro lesado, houve maiores valores para os músculos glúteo médio (p=0,011) semitendinoso (p=0,001), bíceps da coxa (p=0,046) e gastrocnêmio porção medial (p=0,004), e houve redução significativa da atividade normalizada no musculo vasto medial (p=0,021).

Tabela 09 - Avaliação eletromiográfica com os dados normalizados do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos fechados.

Músculo	Membro	Pré	Pós	p	%
GMAX	Lesado	11,86 ± 10,83	15,47 ± 11,58	0,198	30
	Sadio	9,45 ± 6,56	14,99 ± 7,06	0,005*	58
GMED	Lesado	25,92 ± 13,79	41,49 ± 20,53	0,011*	60
	Sadio	24,34 ± 10,02	34,06 ± 19,25	0,039*	39
VM	Lesado	53,76 ± 25,22	29,27 ± 15,69	0,021*	54
	Sadio	38,45 ± 17,77	40,70 ± 19,93	0,807	5
VL	Lesado	46,22 ± 18,58	30,62 ± 17,30	0,110	34
	Sadio	45,63 ± 27,90	35,45 ± 15,66	0,134	23
ST	Lesado	14,29 ± 6,36	52,81 ± 21,93	0,001*	269
	Sadio	12,92 ± 7,15	13,19 ± 4,24	0,221	2
BC	Lesado	10,28 ± 4,95	23,03 ± 18,74	0,046*	124
	Sadio	9,97 ± 3,42	6,77 ± 2,62	0,121	33
G	Lesado	16,43 ± 7,30	32,46 ± 19,16	0,004*	97
	Sadio	20,70 ± 12,24	16,60 ± 11,11	0,384	20

Fonte: Do autor

Legenda: GMAX = músculo glúteo máximo; GMED = músculo glúteo médio; VM = músculo vasto medial; VL = músculo vasto lateral ST= músculo semitendinoso; BC= músculo bíceps da coxa; G= músculo gastrocnêmio porção medial. \* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base.

Os dados relacionados à avaliação eletromiográfica por meio da contração isométrica voluntária máxima do membro inferior na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na Tabela 10. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, apenas nos músculos, Glúteo médio (p=0,013), Vasto medial (p=0,035), Semitendinoso (p=0,001), Bíceps da coxa (p=0,000) e Gastrocnêmio porção medial (p=0,001) em relação ao membro lesado, com menores valores após a reconstrução ligamentar.

Tabela 10 - Avaliação eletromiográfica por contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do membro inferior do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica.

Músculo	Membro	Pré	Pós	p	%
GMAX	Lesado	61,85 ± 23,84	60,88 ± 39,59	0,929	2
	Sadio	78,95 ± 38,04	60,55 ± 37,22	0,013	24
GMED	Lesado	82,66 ± 45,03	52,01 ± 31,27	0,013*	38
	Sadio	90,74 ± 53,08	92,75 ± 98,88	0,397	2
VM	Lesado	77,25 ± 49,94	49,40 ± 36,25	0,035*	37
	Sadio	83,88 ± 41,65	86,69 ± 45,78	0,730	3
VL	Lesado	95,78 ± 62,84	80,15 ± 47,52	0,313	17
	Sadio	121,01 ± 63,88	129,91 ± 75,06	0,728	7
ST	Lesado	176,43 ± 71,45	42,21 ± 28,30	0,001*	77
	Sadio	220,27 ± 161,16	167,94 ± 81,44	0,056	34
BC	Lesado	120,42 ± 61,87	45,88 ± 25,48	<0,001*	62
	Sadio	113,55 ± 47,19	134,29 ± 52,98	0,218	18
G	Lesado	153,86 ± 88,31	56,14 ± 34,84	0,001*	74
	Sadio	139,81 ± 72,32	128,91 ± 65,49	0,683	8

Fonte: Do autor

Legenda: GMAX = músculo glúteo máximo; GMED = músculo glúteo médio; VM = músculo vasto medial; VL = músculo vasto lateral ST= músculo semitendinoso; BC= músculo bíceps da coxa; G= músculo gastrocnêmio porção medial. \* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base. \*variável em microvolts  $\mu$

Os dados relacionados à avaliação baropodométrica durante o agachamento bipodal na condição de olhos abertos e olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados nas tabelas 11 (membro lesado) e 12 (membro saudável). De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, apenas com relação ao centro de pressão durante o agachamento com os olhos abertos, no membro lesado. (p=0,004).

Tabela 11 - Avaliação baropodométrica do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, do membro lesado, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.

Membro lesado				
Variável Cm	Olhos	Pré	Pós	p-valor
A-P	OA	8,83 ± 4,54	7,68 ± 3,58	0,510
	OF	9,06 ± 3,87	7,82 ± 3,31	0,551
L-L	OA	1,57 ± 0,54	2,17 ± 1,11	0,140
	OF	1,82 ± 0,70	3,86 ± 5,56	0,221
Área de deslocamento Cm <sup>2</sup>	OA	3,17 ± 1,37	15,68 ± 13,08	0,004*
	OF	14,18 ± 11,45	13,60 ± 14,01	0,507

Fonte: Do autor

Legenda: A-P – Deslocamento antero-posterior do centro de pressão do membro lesado

L-L – Deslocamento látero-lateral do centro de pressão do membro lesado

OA – Olhos abertos

OF – Olhos fecha

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Tabela 12 - Avaliação baropodométrica do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, do membro saudável, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.

Membro saudável				
Variável	Olhos	Pré	Pós	p-valor
Cm				
A-P	OA	9,37 ± 4,26	7,36 ± 3,09	0,124
	OF	9,36 ± 3,55	7,62 ± 3,01	0,158
L-L	OA	1,40 ± 0,58	2,18 ± 2,15	0,184
	OF	1,54 ± 0,62	2,14 ± 1,08	0,077
Área de deslocamento	OA	11,62 ± 8,41	10,13 ± 7,49	0,530
	OF	13,43 ± 9,45	10,77 ± 6,48	0,551
Cm <sup>2</sup>				

Fonte: Do autor

Legenda: A-P – Deslocamento antero-posterior do centro de pressão do membro saudável

L-L – Deslocamento látero-lateral do centro de pressão do membro saudável

OA – Olhos abertos

OF – Olhos fechados

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Os dados relacionados à avaliação do centro de pressão corporal durante o agachamento bipodal na condição de olhos abertos e olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na tabela 13. De acordo com esses resultados, não houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução.

Tabela 13 - Avaliação do centro de pressão corporal do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14)), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.

Centro de pressão corporal				
Variável Cm	Olhos	Pré	Pós	p-valor
A-P	OA	8,67 ± 4,40	6,19 ± 2,97	0,750
	OF	8,67 ± 3,83	6,11 ± 2,48	0,490
L-L	OA	3,23 ± 0,78	4,06 ± 1,23	0,600
	OF	3,96 ± 1,11	4,69 ± 1,15	0,106
Área de deslocamento Cm <sup>2</sup>	OA	24,33 ± 17,38	21,66 ± 17,34	0,433
	OF	28,92 ± 18,21	23,64 ± 12,54	0,510

Fonte: Do autor

Legenda: A-P – Deslocamento antero-posterior do centro de pressão corporal

L-L – Deslocamento látero-lateral do centro de pressão corporal

OA – Olhos abertos

OF – Olhos fechados

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Os dados relacionados à distribuição de massa durante o agachamento bipodal na condição de olhos abertos e olhos fechados, na avaliação inicial pré-operatório e após 15 dias de reconstrução ligamentar, estão representados na tabela 14. De acordo com esses resultados, houve diferença significativa entre os valores pré e pós-reconstrução, para todas as variáveis analisadas, na condição de olhos abertos e na condição de olhos fechados.

Tabela 14 - Distribuição de massa do grupo submetido à reconstrução do LCA por tendões flexores (n=14), antes e após (15 dias) a reconstrução cirúrgica, do membro lesado, durante o agachamento bipodal com os olhos abertos e olhos fechados.

Distribuição de massa				
Variável	Olhos	Pré	Pós	p-valor
Membro lesado	OA	50,17±4,03	35,65±12,28	0,001*
	OF	49,77±4,21	36,11±11,75	0,001*
Membro saudável	OA	49,68±4,01	64,32±12,29	0,001*
	OF	50,22±4,21	64,17±11,84	0,001*

Fonte: Do autor

Legenda: A-P – Deslocamento antero-posterior do centro de pressão corporal

L -L – Deslocamento látero-lateral do centro de pressão corporal

AO - Olhos abertos

OF – Olhos fechados

\* Indica diferença significativa em relação aos valores de linha de base

Para uma melhor compreensão dos resultados do presente estudo, a seguir serão descritos de forma resumida e detalhada os resultados cinemáticos, eletromiográficos e baropodométricos.

Em relação a avaliação cinemática, verificou-se apenas o aumento da adução de quadril do lado saudável ( $p=0,030$ ) e diminuição da abdução de quadril do lado lesado ( $p=0,008$ ) após a reconstrução.

Em relação aos dados eletromiográficos, houve redução da ativação muscular (dados brutos) para os músculos glúteo médio ( $p=0,023$ ), vasto medial ( $p=0,002$ ) vasto lateral ( $p=0,002$ ) bíceps da coxa ( $p=0,043$ ) do membro lesado durante o mini agachamento com olhos abertos, assim como, glúteo médio ( $p=0,039$ ), vasto medial ( $p=0,002$ ) vasto lateral ( $p=0,004$ ) bíceps da coxa ( $p=0,019$ ) e gastrocnêmio porção medial ( $p=0,007$ ) do membro lesado durante o mini agachamento com olhos fechados. Após o procedimento de normalização dos dados, verificou-se aumento da ativação durante o mini agachamento com olhos abertos e fechados para os músculos: glúteo máximo lado sadio ( $p=0,011$ ) ( $p=0,005$ ), glúteo médio lado sadio ( $p=0,025$ ) ( $p=0,039$ ) e lado lesado ( $p=0,011$ ) ( $p=0,011$ ), semitendinoso lado lesado ( $p=0,002$ ) ( $p=0,001$ ),

bíceps da coxa lado lesado ( $p=0,016$ ) ( $p=0,046$ ) e gastrocnêmio medial lado lesado ( $p=0,004$ ) ( $p=0,004$ ) e diminuição da ativação do musculo vasto medial lado lesado ( $p=0,016$ ) ( $p=0,021$ ).

Durante a avaliação eletromiográfica da CIVM, houve redução da ativação dos músculos glúteo médio ( $p=0,013$ ), vasto medial ( $p=0,035$ ) semitendinoso ( $p=0,001$ ), bíceps da coxa ( $p<0,001$ ) e gastrocnêmio porção medial ( $p=0,001$ ) do lado lesado.

Em relação ao equilíbrio, foi verificado aumento da área de deslocamento do centro de pressão do membro lesado com os olhos abertos ( $p=0,004$ ), bem como redução na distribuição de massa sobre o membro lesado ( $p=0,001$ ) e, consequentemente aumento sobre o membro saudável ( $p=0,001$ ).

## 6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A escolha apropriada de tarefas de movimento é um fator integral nos testes de estabilidade dinâmica, pois evoca diferentes resultados cinemáticos em relação aos diferentes estágios de recuperação da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (CHUA et al., 2016). Partindo deste argumento, podemos analisar os resultados cinemáticos do presente estudo, como sendo resultados baseados em uma tarefa de baixa demanda, tanto articular, quanto muscular.

O movimento de mini-agachamento utilizado no estudo, foi eleito com relação ao tempo pós-cirúrgico de 15 dias, sendo uma fase delicada e não se recomenda movimentos excessivos, de alta demanda, visto que o membro lesado passou por um procedimento invasivo onde tanto o complexo articular sofreu algum tipo de dano, quanto também, estruturas adjacentes, como por exemplo, músculos e tendões. Apesar de ser um movimento de baixa demanda, ainda assim, o presente estudo conseguiu verificar diferenças importantes comparando os momentos pré e pós-cirúrgicos, identificando alterações imediatas na função muscular e articular após o procedimento de reconstrução ligamentar.

## 7 DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou analisar os efeitos agudos da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, identificar possíveis alterações no pós-cirúrgico agudo de 15 dias, por meio da análise do movimento, eletromiografia e baropodometria.

Neste sentido, os resultados deste estudo identificaram uma alteração no padrão de movimento do quadril do lado saudável no mini-agachamento de olhos abertos, onde houve um aumento da adução do quadril no momento pós-operatório em relação ao momento pré-operatório. Tal alteração, pode ser analisada, por meio da biomecânica compensatória que acontece do lado saudável em relação ao lado acometido. É possível, que o aumento da adução de quadril do lado saudável tenha ocorrido por consequência do aumento da descarga de peso no lado saudável. Em virtude de que o paciente, evitando descarregar peso ou movimentar o membro operado, por consequência dos efeitos deletérios que a cirurgia acaba proporcionando ao membro, tem como resultado uma sobrecarga no membro saudável, levando a alterações importantes no movimento articular, alterações estas, podendo ser patológicas e sobrecarregar o membro saudável.

Tais assimetrias de movimento em membros inferiores são quase onipresentes nos pacientes após a reconstrução do ligamento cruzado anterior, podendo persistir até dois anos após a cirurgia (PATERNO et al., 2007). Portanto é fundamental identificar tais assimetrias de movimento e restaurá-las, visto que tais alterações podem implicar no desenvolvimento de osteoartrite de joelho e predispor a uma relesão (VAN DE VELDE et al., 2009).

Outra alteração importante ocorreu em relação a abdução do joelho lesado durante a excursão máxima e durante o ângulo alvo de 30° de flexão joelho, onde houve uma diminuição da abdução do joelho no momento pós-operatório em relação ao momento pré-operatório no mini-agachamento com os olhos fechados. É possível que os pacientes tenham restringido o movimento de abdução do joelho em função de medo e dor, como um mecanismo protetor para a articulação, visto que no momento pós-operatório de 15 dias o paciente pode relatar dor na região articular do joelho, principalmente na área doadora do enxerto, sendo esta, uma característica presente na amostra deste estudo. A dor é associada a perda de função e o medo de

se movimentar durante o período pós-operatório da cirurgia de reconstrução do LCA, principalmente em fase aguda, porém, durante a reabilitação, os sintomas diminuem e o paciente evolui quanto a sua funcionalidade de membros inferiores (CHMIELEWSKI 2008).

Após ocorrer um procedimento cirúrgico no joelho, é possível observar uma redução da capacidade de produzir força da musculatura do quadríceps, sendo esta alteração chamada de inibição reflexa artrogênica (SNYDER-MACKLER et al., 1994). Embora acredita-se que a inibição artrogênica, ocasionando uma falha na ativação quadriciptal, seja um mecanismo natural para proteger a articulação do joelho de outros danos (HOPKINS; INGERSOLL 2000). Quando este mecanismo persiste, impede a musculatura de alcançar uma boa taxa de ativação durante o exercício, afetando diretamente a boa evolução da reabilitação durante o pós-operatório (RICE; MCNAIR, 2010). O paciente pode desenvolver uma proteção no membro operado, diminuindo a sua capacidade sobre o mesmo, podendo levar a fraqueza da musculatura de quadríceps e também do bíceps da coxa (GERBER et al., 2007).

Khayambashi et al (2016), identificaram que o déficit neuromuscular dos músculos posterolaterais dos quadris são fatores de risco para futuras lesões do ligamento cruzado anterior. Tanto a musculatura proximal do quadril quanto a musculatura do quadríceps são muito importantes para a cinemática articular normal de membros inferiores, e as mesmas, de acordo com os resultados do presente estudo, encontram-se com alteração já nos primeiros 15 dias de pós-cirúrgico.

Neste sentido, foram identificadas, alterações eletromiográficas pós-operatórias durante o mini-agachamento com os olhos abertos, tanto em músculos proximais do quadril (glúteo médio) quanto em músculos proximais do joelho (vasto medial, vasto lateral, bíceps da coxa), sendo estes, de fundamental importância para a estabilização dinâmica da articulação. E também durante o mini-agachamento com os olhos fechados, tanto em músculos proximais do quadril (glúteo médio) quanto em músculos proximais do joelho (vasto medial, vasto lateral, bíceps da coxa e gastrocnêmio porção medial).

Relacionando os resultados da análise cinemática com os resultados da análise eletromiográfica, supõe-se que a diminuição da abdução do joelho lesado no período pós-operatório, tenha sido encontrada devido a diminuição da capacidade muscular do mesmo lado, verificada na eletromiografia, alterando o padrão de movimento,

possivelmente como um mecanismo de proteção articular. Respondendo também, tal raciocínio, é possível que, em virtude da fraqueza ou baixa capacidade muscular do membro lesado, no pós-operatório, o membro saudável seja sobrecarregado, modificando a sua cinemática durante o mini-agachamento, no qual houve um aumento da adução do quadril, que pode predispor ao movimento de valgo dinâmico de joelho. Neste sentido, é possível que diante do aumento de demanda do membro contralateral, o mesmo, possa vir a desenvolver um fator de risco para se lesionar.

É importante identificar possíveis fraquezas musculares após cirurgia de reconstrução do LCA, sendo que estas alterações podem acompanhar todas as fases da reabilitação pós-cirúrgica, podendo, tais assimetrias musculares, persistir alguns anos após a cirurgia (ABOUREZK et al., 2017). Restaurar a força muscular e o padrão de movimento anormal durante a reabilitação, com o propósito de diminuir a sobrecarga articular e também o estresse sobre o enxerto, tem como um dos objetivos, minimizar as chances de ocorrer possíveis mecanismos de lesão, dentre elas a osteoartrite de joelho, e uma re-ruptura do enxerto.

Quando é comparada a atividade eletromiográfica no mesmo músculo em dias diferentes, em indivíduos diferentes, o sinal eletromiográfico deve ser normalizado (DE LUCA 1997). Neste sentido, os dados brutos do presente estudo foram normalizados, onde foi realizado uma divisão do sinal eletromiográfico durante a tarefa pelo valor de referência do mesmo músculo durante a CIVM, permitindo a avaliação do nível de atividade do músculo de interesse durante a tarefa sob investigação em relação à capacidade de ativação neural máxima do músculo.

Após realizado este processo, foi possível identificar alterações eletromiográficas com maiores resultados no pós-operatório em relação ao pré-operatório, no movimento de mini agachamento com os olhos abertos e olhos fechados para os músculos glúteo máximo e glúteo médio do lado sadio e glúteo médio, semitendinoso, bíceps da coxa e gastrocnêmio porção medial do lado lesado e com menores valores para os músculos vasto medial do lado lesado.

Nesses casos, possivelmente, o aumento do sinal eletromiográfico normalizado no pós-operatório ocorreu em função da contração isométrica voluntária máxima dos músculos citados, encontrar-se diminuída neste momento. Assim, quando o sinal foi normalizado pelo valor desta contração, houve aumento da atividade muscular normalizada. Uma possível explicação para a queda da CIVM no pós-operatório, é a

condição protetora em que o membro se encontra, devido a uma inibição muscular protetora em decorrência da cirurgia que foi realizada no joelho, impedindo a boa ativação muscular (HOPKINS; INGERSOLL 2000). Neste sentido, sugere-se que os dados sejam analisados tanto na forma convencional (após o procedimento de normalização) quanto por meio de análises com os dados originais (brutos sem o procedimento de normalização) (DE LUCA 1997).

Os resultados do presente estudo mostram que a cirurgia de reconstrução do LCA, de modo agudo, com 15 dias de pós-operatório, implica sobre o padrão de movimento, revelando alterações importantes sobre o padrão de movimento, tanto do membro operado quanto do membro saudável, sobre a articulação do quadril, podendo acarretar em alterações importantes e de proteção, também na articulação do joelho. Mostra também, alterações eletromiográficas em músculos de fundamental importância que devem ser abordados de modo precoce dentro da reabilitação pós-cirúrgica. É considerável estar interpretando estes resultados e também por meio de avaliações progressivas durante a reabilitação, com o objetivo de orientar o clínico quanto a possíveis déficits ou alterações de movimentos e ativação muscular, em cada fase pós-cirúrgica.

De acordo com Kennedy, Weinber e Wilson (1974), os locais de fixação femoral e tibial, do LCA, possuem mecanorreceptores que são importantes na propriocepção da articulação do joelho. Neste sentido uma lesão do LCA não só prejudica a estabilidade mecânica da articulação pois o ligamento desempenha tal função, mas também pode prejudicar a propriocepção influenciando no controle postural (KAPRELI et al., 2009). Estas alterações podem se prolongar mesmo após a reconstrução ligamentar (ANGOULES et al., 2013).

Apesar de o mini-agachamento, ser uma tarefa de baixa demanda, onde requer pequenos ajustes musculares e articulares, os resultados do presente estudo demonstraram que houve uma diferença na área do deslocamento do centro de pressão do membro lesado, durante a tarefa com os olhos abertos, com maiores valores no momento pós-operatório. Estes valores podem ser justificados pelo fato de que além de ter a resposta aferente influenciada pela ruptura do LCA, também a diminuição da ativação muscular de alguns músculos no membro operado, pode prejudicar o controle postural do mesmo, considerando a importância da força muscular para controlar a estabilidade dinâmica dos membros inferiores (THOMAS et

al., 2013).

Embora tenha ocorrido uma alteração no equilíbrio do membro lesado pós-reconstrução ligamentar, não houve um impacto significativo sobre a condição de equilíbrio como um todo na amostra avaliada. Tal resultado pode ter ocorrido em função de uma maior assimetria de descarga de peso no membro saudável, pós-reconstrução ligamentar, aumentando a demanda deste membro para as estratégias corporais de equilíbrio, como tentativa de minimizar o déficit no membro contralateral.

De acordo com os resultados do presente estudo, houve uma diferença significativa na divisão de massa corporal durante a tarefa com os olhos abertos e fechados, com menores valores para o membro lesado e maiores valores para o membro saudável no pós-operatório. Neste sentido, o membro saudável recebeu mais descarga de peso no momento pós-operatório em comparação com o membro lesado. Sugere-se que os voluntários adotaram estratégias de proteção diminuindo a descarga de peso no membro operado, e por consequência disso, sobrecarregaram o membro contralateral saudável, influenciando na sua cinemática, alterando o padrão de movimento de adução quadril, com maiores valores de distribuição de massa no pós-operatório.

Com base nos resultados do presente estudo e em associação com resultados de estudos anteriores de Howells et al (2012) e Denti et al (2000), que mostraram déficit de equilíbrio em indivíduos pós cirurgia de reconstrução do LCA, verifica-se que é importante identificar déficits de equilíbrio postural nessa população já em estágios iniciais de reabilitação pós-operatória, a fim de intervir precocemente para minimizar possíveis assimetrias.

Durante o processo de reabilitação pós cirúrgica, fisioterapeutas precisam estar cientes de alterações de movimento, déficit neuromusculares e alterações no equilíbrio presentes em pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA. Tais alterações podem estar presentes tanto na fase aguda quanto persistirem em fases mais avançadas, e após identifica-las, estarem atuando de forma a minimizar possíveis recidivas de lesão tanto no membro operado quanto no membro contralateral saudável, onde, de acordo com Wright et al (2011) o lado contralateral é duas vezes mais susceptível a sofrer lesão do LCA em relação ao lado ipsilateral já operado.

## 8 CONCLUSÃO

Pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto do tendão flexor apresentam alterações importantes de movimento em membros acometido e saudável no pós-operatório inicial, demonstrando um aumento da adução do quadril do lado saudável ( $0,86^\circ$  para  $1,64^\circ$  ;  $p= 0,034$ ) onde tal alteração foi no sentido de prejuízo e o membro desenvolver o valgo dinâmico de joelho e diminuição da abdução do joelho do lado operado ( $-3,88$  para  $-1,22^\circ$  ;  $p= 0,008$ ). Além disso, foi observada uma diminuição da ativação tanto da musculatura proximal de quadril quanto da musculatura proximal de joelho, durante a avaliação pós-operatória, bem como uma alteração do equilíbrio com os olhos abertos no membro lesado com maior valor da área de deslocamento do centro de pressão no momento pós operatório ( $15,68 \pm 13,08 \text{ Cm}^2$  ;  $p= 0,004$ ) e alterações na de descarga de peso tanto para o membro operado quanto para o membro saudável.

## REFERÊNCIAS

ABDALLA, R. J.; CAMANHO, G. L.; COHEN, M.; DIAS, L.; JÚNIOR, J.; LUÍZ, S.; FORGAS, A. Estudo da precisão diagnóstica do artrômetro KT1000TM na lesões do ligamento cruzado anterior. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v13. n 4, p.175-178 1 jan. 2005.

ABDALLA, R. J et al. Comparison between the results achieved in anterior cruciate ligament reconstruction with two kinds of autologous grafts: patellar tendon versus semitendinous and gracilis. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 204–207, jun. 2009.

ABOUREZK, M. N et al. Hamstring Strength Asymmetry at 3 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Alters Knee Mechanics During Gait and Jogging. **The American Journal of Sports Medicine**, Chicago, v. 45, n. 1, p. 97–105, jan. 2017.

ALBERTUS-KAJEE, Y et al. Alternative Methods of Normalising EMG during Running. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 579–586, ago. 2011.

ANDERSON, A. F.; SNYDER, R. B.; LIPSCOMB, A. B. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A Prospective Randomized Study of Three Surgical Methods. **The American Journal of Sports Medicine**, Chicago, v. 29, n. 3, p. 272–279, jun. 2001.

ANDRADE, L. M.; BARROS, R. M. L. de. **Análise de marcha: protocolo experimental a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas**. 2002. 94f. Dissertação(Mestrado) - Escola de Educação Física, UNICAMP, Campinas 2002.

ANGOULES, A. G. Anterior Cruciate Ligament Mechanoreceptors Regeneration Following Reconstruction Using Autografts. **Journal of Sports Medicine & Doping Studies**, v. 3, n. 2, 7 set. 2013.

ANGOULES, A. G et al. Anterior-Posterior Instability of the Knee Following ACL Reconstruction with Bone-Patellar Tendon-Bone Ligament in Comparison with Four-Strand Hamstrings Autograft. **Rehabilitation Research and Practice**, v. 2013, p. 572-083, 2013.

ARDERN, C. L et al. Fifty-Five per Cent Return to Competitive Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis Including Aspects of Physical Functioning and Contextual Factors. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 48, n. 21, p. 1543–1552, nov. 2014.

BARRETT, G. R et al. Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament in Females: A Comparison of Hamstring versus Patellar Tendon Autograft.

**Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, v. 18, n. 1, p. 46–54, jan. 2002.

BEARD, D. J et al. Hamstrings vs. Patella Tendon for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomised Controlled Trial. **The Knee**, v. 8, n. 1, p. 45–50, mar. 2001.

BELL-JENJE, T et al. The Association between Loss of Ankle Dorsiflexion Range of Movement, and Hip Adduction and Internal Rotation during a Step down Test. **Manual Therapy**, v. 21, p. 256–261, fev. 2016.

BITTENCOURT, N. F. N et al. Foot and Hip Contributions to High Frontal Plane Knee Projection Angle in Athletes: A Classification and Regression Tree Approach. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 12, p. 996–1004, dez. 2012.

BLACKBURN, J. T et al. Influences of Experimental Factors on Spinal Stretch Reflex Latency and Amplitude in the Human Triceps Surae. **Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 16, n. 1, p. 42–50, fev. 2006.

BOLGLA, L. A.; UHL, T. L. Reliability of Electromyographic Normalization Methods for Evaluating the Hip Musculature. **Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 17, n. 1, p. 102–111, fev. 2007.

BONFIM, T. R.; JANSEN PACCOLA, C. A.; BARELA, J. A. Proprioceptive and Behavior Impairments in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knees. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, n. 8, p. 1217–1223, ago. 2003.

BUSFIELD, B. T.; SAFRAN, M. R.; CANNON, W. D. Extensor Mechanism Disruption after Contralateral Middle Third Patellar Tendon Harvest for Anterior Cruciate Ligament Revision Reconstruction. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association**, v. 21, n. 10, p. 1268, out. 2005.

CHAPPELL, J. D.; YU, B.; KIRKENDALL, D. T.; GARRETT, W. E. A Comparison of Knee Kinetics between Male and Female Recreational Athletes in Stop-Jump Tasks. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 2, p. 261–267, abr. 2002.

CHUA, E. N et al. Motion Task Selection for Kinematic Evaluation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association**, v. 32, n. 7, p. 1453–1465, jul. 2016.

CLAIBORNE, T. L et al. Relationship between Hip and Knee Strength and Knee Valgus during a Single Leg Squat. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 22, n. 1, p. 41–50, fev. 2006.

DAI, C et al. Arthroscopic Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Six-Strand Hamstring Tendon Allograft versus Bone-Patellar Tendon-Bone Allograft. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, 13 mar. 2015.

DAUTY, M.; COLLON, S.; DUBOIS, C. Change in Posture Control after Recent Knee Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 30, n. 3, p. 187–191, maio 2010.

DAUTY, M.; TORTELLIER, L.; ROCHCONGAR, P. Isokinetic and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstrings or Patella Tendon Graft: Analysis of Literature. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 7, p. 599–606, set. 2005.

DE LUCA, C. J. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, 1 maio 1997.

DENTI, M et al. Motor Control Performance in the Lower Extremity: Normals vs. Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knees 5–8 Years from the Index Surgery. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 8, n. 5, p. 296–300, 1 set. 2000.

DEO, S et al. A Comparison of Hamstring Autograft versus Bone Patella Tendon Bone Autograft for Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament: A Prospective Study of 30 Cases. **Medical Journal of Dr. D.Y. Patil University**, v. 6, n. 3, p. 267, jul.2013.

DI STASI, S. L et al. Gait Patterns Differ between ACL-Reconstructed Athletes Who Pass Return-to-Sport Criteria and Those Who Fail. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 6, p. 1310–1318, jun. 2013.

EASTLACK, M. E.; AXE, M. J.; SNYDER-MACKLER, L. Laxity, Instability, and Functional Outcome after ACL Injury: Copers versus Noncopers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 2, p. 210–215, fev. 1999.

ERIKSSON, K et al. A Comparison of Quadruple Semitendinosus and Patellar Tendon Grafts in Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. **The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume**, v. 83, n. 3, p. 348–354, abr. 2001.

FELLER, J. A.; WEBSTER, K. E. A Randomized Comparison of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 4, p. 564–573, ago. 2003.

FUKUBAYASHI, T et al. An in Vitro Biomechanical Evaluation of Anterior-Posterior Motion of the Knee. Tibial Displacement, Rotation, and Torque. **The Journal of Bone & Joint Surgery**, v. 64, n. 2, p. 258–264, 1 fev. 1982.

GERBER, J. P et al. Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Structure After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **J Bone Joint Surg Am**, v. 89, n. 3, p. 559–570, 1 mar. 2007.

GIRGIS, F. G.; MARSHALL, J. L.; MONAJEM, A. The Cruciate Ligaments of the Knee Joint. Anatomical, Functional and Experimental Analysis. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 106, p. 216–231, fev. 1975.

GROOD, E. S.; SUNTAY, W. J. A Joint Coordinate System for the Clinical Description of Three-Dimensional Motions: Application to the Knee. **Journal of Biomechanical Engineering**, v. 105, n. 2, p. 136–144, maio 1983.

GROOMS, D. R.; ONATE, J. A. Neuroscience Application to Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. **Sports Health**, v. 8, n. 2, p. 149–152, abr. 2016.

HARTIGAN, E. H et al. Preoperative Predictors for Noncopers to Pass Return to Sports Criteria After ACL Reconstruction. **Journal of applied biomechanics**, v. 28, n. 4, p. 366–373, ago. 2012.

HEIJNE, A.; HAGSTRÖMER, M.; WERNER, S. A Two- and Five-Year Follow-up of Clinical Outcome after ACL Reconstruction Using BPTB or Hamstring Tendon Grafts: A Prospective Intervention Outcome Study. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 23, n. 3, p. 799–807, mar. 2015.

HERMENS, H. J., et al. European Recommendations for Surface Electromyography – **SENIAM**, n. 8, 1999.

HEWETT, T. E et al. Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 4, p. 492–501, abr. 2005.

HOWELLS, B. E.; ARDERN, C. L.; WEBSTER, K. E. Is Postural Control Restored Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Systematic Review. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 19, n. 7, p. 1168–1177, 1 jul. 2011.

HOWELLS, B. E et al. The Assessment of Postural Control and the Influence of a Secondary Task in People with Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knees Using a Nintendo Wii Balance Board. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 14, p. 914–919, set. 2013.

HSU, W.-L.; KRISHNAMOORTHY, V.; SCHOLZ, J. P. An Alternative Test of Electromyographic Normalization in Patients. **Muscle & Nerve**, v. 33, n. 2, p. 232–241, fev. 2006.

JACOBS, C. A et al. Hip Abductor Function and Lower Extremity Landing Kinematics: Sex Differences. **Journal of Athletic Training**, v. 42, n. 1, p. 76–83, 2007.

- KAPRELI, E et al. Anterior Cruciate Ligament Deficiency Causes Brain Plasticity: A Functional MRI Study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 12, p. 2419–2426, dez. 2009.
- KAUTZNER, J et al. A Comparison of ACL Reconstruction Using Patellar Tendon versus Hamstring Autograft in Female Patients: A Prospective Randomised Study. **International Orthopaedics**, v. 39, n. 1, p. 125–130, jan. 2015.
- KENNEDY, J. C.; WEINBERG, H. W.; WILSON, A. S. The Anatomy and Function of the Anterior Cruciate Ligament. As Determined by Clinical and Morphological Studies. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v. 56, n. 2, p. 223–235, mar. 1974.
- KHAYAMBASHI, K et al. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 2, p. 355–361, fev. 2016.
- KROSSHAUG, T et al. Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury in Basketball: Video Analysis of 39 Cases. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 3, p. 359–367, mar. 2007.
- KUPCZIK, F et al. ACL ideal graft: MRI correlation between ACL and hamstrings, PT and QT. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 48, n. 5, p. 441–447, out. 2013.
- LAXDAL, G et al. A Prospective Randomized Comparison of Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring Grafts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, v. 21, n. 1, p. 34–42, jan. 2005.
- LEITER, J. R. S et al. Long-Term Follow-up of ACL Reconstruction with Hamstring Autograft. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 22, n. 5, p. 1061–1069, maio 2014.
- LEYS, T et al. Clinical Results and Risk Factors for Reinjury 15 Years after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Study of Hamstring and Patellar Tendon Grafts. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 3, p. 595–605, mar. 2012.
- MARKOLF, K. L et al. L. Combined Knee Loading States That Generate High Anterior Cruciate Ligament Forces. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 13, n. 6, p. 930–935, nov. 1995.
- MATTACOLA, C. G et al. Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of Athletic Training**, v. 37, n. 3, p. 262–268, 2002.
- MOHAMMADI, F et al. Static and Dynamic Postural Control in Competitive Athletes after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Controls. **Knee**

**surgery, sports traumatology, arthroscopy**, v. 20, n. 8, p. 1603–1610, ago. 2012.

NEUMANN, D. A. Kinesiology of the Hip: A Focus on Muscular Actions. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 82–94, fev. 2010.

NOEHREN, B et al. Evaluation of Proximal Joint Kinematics and Muscle Strength Following ACL Reconstruction Surgery in Female Athletes. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 32, n. 10, p. 1305–1310, out. 2014.

NYLAND, J et al. Lower Extremity Neuromuscular Compensations during Instrumented Single Leg Hop Testing 2-10 Years Following ACL Reconstruction. **The Knee**, v. 21, n. 6, p. 1191–1197, dez. 2014.

O'BRIEN, S. J et al. Reconstruction of the Chronically Insufficient Anterior Cruciate Ligament with the Central Third of the Patellar Ligament. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v. 73, n. 2, p. 278–286, fev. 1991.

OLSEN, O E et al. Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball: A Systematic Video Analysis. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 4, p. 1002–1012, jun. 2004.

ORTIZ, A.; CAPO-LUGO, C. E.; VENEGAS-RIOS, H. L. Biomechanical Deficiencies in Women with Semitendinosus-Gracilis Anterior Cruciate Ligament Reconstruction during Drop Jumps. **PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation**, v. 6, n. 12, p. 1097–1106, dez. 2014.

PATERNI, M. V et al. Biomechanical Measures during Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 10, p. 1968–1978, out. 2010.

PATTERSON, M. R.; DELAHUNT, E.; CAULFIELD, B. Peak Knee Adduction Moment during Gait in Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Females. **Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 29, n. 2, p. 138–142, fev. 2014.

PINCZEWSKI, L. A et al. A 10-Year Comparison of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions with Hamstring Tendon and Patellar Tendon Autograft: A Controlled, Prospective Trial. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 4, p. 564–574, abr. 2007.

PRENTICE, W.E.; VOIGHT, M. L. **Técnicas em Reabilitação Musculoesqueléticas**, Porto Alegre, Artmed, p.506/509, 2003.

RAZI, M et al. Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: A Comparison between Bone-Patellar Tendon-Bone Grafts and Fourstrand Hamstring Grafts. **Medical Journal of the Islamic Republic of Iran**, v. 28, p. 128 - 134, nov. 2014.

RENSTROM, P et al. Non-Contact ACL Injuries in Female Athletes: An International Olympic Committee Current Concepts Statement. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 6, p. 394–412, 1 jun. 2008.

RICE, D. A.; MCNAIR, P. J. Quadriceps Arthroscopic Muscle Inhibition: Neural Mechanisms and Treatment Perspectives. **Seminars in Arthritis and Rheumatism**, v. 40, n. 3, p. 250–266, dez. 2010.

ROE, J et al. A 7-Year Follow-up of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Grafts for Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Differences and Similarities. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 9, p. 1337–1345, set. 2005.

SAJOVIC, M et al. Quality of Life and Clinical Outcome Comparison of Semitendinosus and Gracilis Tendon versus Patellar Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An 11-Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 10, p. 2161–2169, out. 2011.

SCHMITZ, R. J et al. Varus/Valgus and Internal/External Torsional Knee Joint Stiffness Differs between Sexes. **The American Journal Of Sports Medicine**, v. 36, n. 7, p. 1380–1388, jul. 2008.

SHABANI, B et al. Gait Knee Kinematics after ACL Reconstruction: 3D Assessment. **International Orthopaedics**, v. 39, n. 6, p. 1187–1193, jun. 2015.

SNOOK, G. A. A Short History of the Anterior Cruciate Ligament and the Treatment of Tears. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 172, p. 11–13, fev. 1983.

SNYDER-MACKLER, L et al. Reflex Inhibition of the Quadriceps Femoris Muscle after Injury or Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v. 76, n. 4, p. 555–560, abr. 1994.

SUTTON, K. M.; BULLOCK, J. M. Anterior Cruciate Ligament Rupture: Differences between Males and Females. **The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 21, n. 1, p. 41–50, jan. 2013.

TAGESSON, S.; OBERG, B.; KVIST, J. Tibial Translation and Muscle Activation during Rehabilitation Exercises 5 Weeks after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Medford MA, v. 20, n. 1, p. 154–164, fev. 2010.

TAYLOR, D. C et al. Patellar Tendon versus Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial Using Similar Femoral and Tibial Fixation Methods. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 1946–1957, out. 2009.

TEGNER, Y.; LYSHOLM, J. Rating Systems in the Evaluation of Knee Ligament Injuries. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 198, p. 43–49, set. 1985.

THOMAS, A. C et al. Lower Extremity Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 5, p. 610–620, 2013.

TSAI, L.-C et al. Greater Muscle Co-Contraction Results in Increased Tibiofemoral Compressive Forces in Females Who Have Undergone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 30, n. 12, p. 2007–2014, dez. 2012.

VAIRO, G. L et al. Neuromuscular and Biomechanical Landing Performance Subsequent to Ipsilateral Semitendinosus and Gracilis Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 16, n. 1, p. 2–14, jan. 2008.

VAN DE VELDE, S. K et al. Increased Tibiofemoral Cartilage Contact Deformation in Patients with Anterior Cruciate Ligament Deficiency. **Arthritis and Rheumatism**, v. 60, n. 12, p. 3693–3702, dez. 2009.

WEBSTER, K. E et al. Comparison of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A 15-Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. **The American Journal of Sports Medicine**, p. 83-90, 17 nov. 2015.

WESTMAN, I., R. V.; HARNER, C. D. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 13, n. 3, p. 197–207, 1 maio 2005.

WILLIAMS, G. N et al. Dynamic Knee Stability: Current Theory and Implications for Clinicians and Scientists. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 31, n. 10, p. 546–566, out. 2001.

WIPFLER, B et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Patellar Tendon versus Hamstring Tendon: A Prospective Comparative Study with 9-Year Follow-Up. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, v. 27, n. 5, p. 653–665, maio 2011.

WRIGHT, R. W et al. Ipsilateral Graft and Contralateral ACL Rupture at Five Years or More Following ACL Reconstruction: A Systematic Review. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v. 93, n. 12, p. 1159–1165, 15 jun. 2011.

ZAZULAK, B. T et al. Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk: A Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 7, p. 1123–1130, jul. 2007.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Desde logo fica garantido o sigilo das informações.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

**Título do Projeto: COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS E TARDIOS DA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR COM TENDÃO PATELAR X TENDÃO FLEXOR NA ELETROMIOGRAFIA, CINEMÁTICA E FUNÇÃO DE MEMBROS INFERIORES.**

Pesquisador Responsável:

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar):

Pesquisadores participantes:

Telefones para contato:

O objetivo do presente estudo é analisar os efeitos agudos e tardios pós-cirúrgicos de cirurgia de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior com enxerto de Tendão Patelar versus Tendão de flexores através da eletromiografia (sinal elétrico gerado no musculo ativo), cinemática (análise do movimento) e funcionalidade (testes funcionais) de membros inferiores. Serão realizadas seis avaliações: pré-cirurgia, pós-cirurgia com 15 dias e com 3 6 9 12 meses pós-cirurgia. Este experimento é totalmente não invasivo e oferece riscos mínimos à sua saúde. Caso ocorra dor muscular, fadiga (cansaço), desencadeie processo inflamatório ou mesmo reagudização da lesão, será oferecido tratamento fisioterapêutico para o controle da dor ou qualquer outra lesão estabelecida.

Nome e Assinatura do pesquisador:

- CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do presente estudo, como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador \_\_\_\_\_ sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Local e data \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**Assinatura do sujeito ou responsável:** \_\_\_\_\_

APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA MUSCULOESQUELÉTICA DE MEMBRO INFERIORES

**AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA MUSCULOESQUELÉTICA DE MEMBROS INFERIORES**

**IDENTIFICAÇÃO/DADOS PESSOAIS**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
 Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
 Estado Civil: \_\_\_\_\_  
 Profissão/Ocupação: \_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_ Bairro: \_\_\_\_\_  
 Telefones de contato: \_\_\_\_\_

**Avaliação de Força Muscular:**

<u>MOVIMENTO</u>	Quadril D	Quadril E	Joelho D	Joelho E	Tornozelo D	Tornozelo E
FLEXÃO						
EXTENSÃO						
ABDUÇÃO						
ADUÇÃO						
ROTAÇÃO MEDIAL						
ROTAÇÃO LATERAL						

**Avaliação de ADM:**

<u>ARTICULAÇÃO</u>	<u>MOVIMENTO</u>	<u>ADM</u>	
		Direita	Esquerda
Quadril	FLEXÃO		
Quadril	EXTENSÃO		
Quadril	ADUÇÃO		
Quadril	ABDUÇÃO		
Quadril	ROTAÇÃO LATERAL		
Quadril	ROTAÇÃO MEDIAL		
Joelho	FLEXÃO		
Tornozelo	FLEXÃO PLANTAR		
Tornozelo	DORSIFLEXÃO		

**Testes especiais:**

<u>TESTES</u>	<u>RESULTADO</u>
Gaveta Anterior	
Lachman	
Apley de Compressão	
Estresse em Valgo	
Estresse em Varo	
Teste de Thomas	
Teste de Ely	

Lesão prévia: \_\_\_\_\_

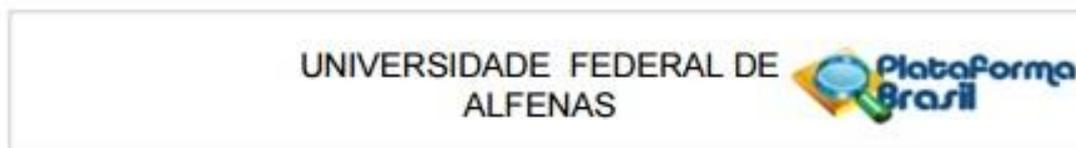
Membro acometido: \_\_\_\_\_

Presença de Dor? Sim ( ) Não ( )

Peso: \_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_

## ANEXO

### ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Comparação dos efeitos agudos e tardios da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendão patelar X tendão flexor na eletromiografia, cinemática e função de membros inferiores.

**Pesquisador:** Daniel Ferreira Moreira Lobato

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 53086516.4.0000.5142

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.566.422

##### Apresentação do Projeto:

O Projeto visa analisar os efeitos agudos e tardios pós-cirúrgicos de cirurgia de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior com enxerto de Tendão Patelar versus Tendão de Flexores através da eletromiografia, cinemática e funcionalidade de membros inferiores. O estudo será realizado no Laboratório de Biomecânica e Marcha da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) – Unidade II - Santa Clara, na cidade de Alfenas-MG. Sessenta indivíduos de ambos os gêneros, indivíduos esses encaminhados ao setor de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas, pelo médico responsável pelas cirurgias realizadas nos mesmos. A amostragem selecionada será dividida em dois grupos, de acordo com cada técnica cirúrgica a que foram submetidos: 1) Pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA com enxerto de tendão patelar (n=30); 2) Pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA com enxerto de tendão de flexores de joelho (n=30). Posteriormente a uma entrevista e avaliação física para verificação de critérios de inclusão e exclusão, o indivíduo realizará uma avaliação simultânea da cinemática dos membros inferiores, avaliação eletromiográfica do grupo muscular específico e pré-determinado e avaliação baropodométrica. A avaliação acontecerá em seis momentos distintos: uma avaliação pré-cirúrgica, outra com 15 dias pós-cirurgia de reconstrução

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: [comite.etica@unifal-mg.edu.br](mailto:comite.etica@unifal-mg.edu.br)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS



Continuação do Parecer: 1.566.422

de Ligamento Cruzado Anterior e outras 4 avaliações no 3º, 6º, 9º e 12º meses decorridos da cirurgia de reconstrução do LCA, inserindo os testes funcionais a partir do 6º mês. Todas as pessoas serão atendidas durante um ano na Clínica Escola de Fisioterapia da UNIFAL-MG, por meio de protocolos específicos para reabilitação das lesões do LCA. Testes estatísticos adequados serão selecionados para as comparações de interesse, considerando um nível de significância mínimo de 5%.

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar os efeitos agudos e tardios pós-cirúrgicos de cirurgia de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior com enxerto de Tendão Patelar versus Tendão de flexores através da eletromiografia, cinemática e funcionalidade de membros inferiores.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Após a realização das avaliações e sessões de intervenção, há risco de dor articular e muscular leve, comum a qualquer início de atividade física. Para tal efeito, os pesquisadores assumirão o compromisso de realizar a abordagem fisioterapêutica adequada para minimizar essas possíveis condições.  
**Benefícios:** Diretamente, os participantes do estudo serão submetidos a uma avaliação que determinará quais as repercussões sofridas pela cirurgia de reconstrução do LCA, o que fornecerá informações para o clínico elaborar o melhor protocolo de reabilitação para o caso em questão. Além disso, participarão de um programa de treinamento/condicionamento físico, o qual pode ser responsável em reduzir fatores de risco para lesões no membro inferior. Indiretamente, contribuirão para o desenvolvimento de estratégias de intervenção mais eficientes em Fisioterapia, beneficiando o treinamento/tratamento de pessoas envolvidas com o esporte.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Metodologia adequada e atualizada, cronograma de execução coerente com a proposta.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- a. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Presente e Adequado
- b. Termo de Assentimento (TA) – Não se aplica
- c. Termo de Assentimento Esclarecido (TAE) – Não se aplica
- d. Termo de Compromisso para Utilização de Dados e Prontuários (TCUD) – Não se aplica
- e. Termo de Anuência Institucional (TAI) – Presente e Adequado

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: [comite.etica@unifal-mg.edu.br](mailto:comite.etica@unifal-mg.edu.br)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS**



Continuação do Parecer: 1.566.422

- f. Folha de rosto - Presente e Adequado
- g. Projeto de pesquisa completo e detalhado - Presente e Adequado
- h. Outro (especificar) – Não se aplica

**Recomendações:**

Não há

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Recomendação de aprovação do Projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O colegiado do CEP acata o parecer do relator.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_547748.pdf	01/05/2016 07:42:30		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada2.pdf	01/05/2016 07:41:28	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	01/05/2016 07:34:49	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tcle2.pdf	01/05/2016 07:32:58	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_Final3.pdf	01/05/2016 07:31:53	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito
Outros	Anuencia_EE.pdf	04/02/2016 16:57:37	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito
Outros	Anuencia_Clinica.pdf	04/02/2016 16:57:07	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	04/02/2016 16:55:23	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700  
 Bairro: centro CEP: 37.130-000  
 UF: MG Município: ALFENAS  
 Telefone: (35)3299-1318 Fax: (35)3299-1318 E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS



Continuação do Parecer: 1.566.422

ALFENAS, 30 de Maio de 2016

---

**Assinado por:**  
**Marcela Filié Haddad**  
**(Coordenador)**

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: [comite.etica@unifal-mg.edu.br](mailto:comite.etica@unifal-mg.edu.br)