

Fisioter Bras 2016;17(3):269-74

## RELATO DE CASO

### Análise da atividade elétrica do quadríceps e da função do joelho em indivíduo com reconstrução do ligamento cruzado anterior

### *Analysis of electromyographic activity of quadriceps and knee joint in subject with anterior cruciate ligament reconstruction*

Alessandra Sartori Godoy, Ft.\*, Isadora de Albuquerque Rosso, Ft.\*\*, Rodrigo Lippold Radünz, Ft.\*\*, Alyssa Conte da Silva, Ft.\*\*\*\*, Claudia Mirian de Godoy Marques, D.Sc.\*\*\*\*\*

\*Mestranda em Reabilitação Funcional pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, \*\*Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria/RS, \*\*\* Professor do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria/RS, \*\*\*\*Mestranda em Fisioterapia pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis/SC, \*\*\*\*\*Professora Adjunta do Departamento de Ciências da Saúde (DCS) CEFID-UDESC, Florianópolis/SC

Recebido em 26 de março de 2015; aceito 14 de fevereiro de 2016.

**Endereço de correspondência:** Cláudia Mirian de Godoy Marques, Universidade do Estado de Santa Catarina – CEFID – UDESC, Rua Paschoal Simone 358, 88080-350 Florianópolis SC, E-mail: claudia.marques@udesc.br

## Resumo

**Introdução:** A lesão do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) representa cerca de 50% de todas as lesões ligamentares. **Objetivo:** Analisar a atividade eletromiográfica do quadríceps durante o movimento de agachamento e a função do joelho em indivíduo submetido ao processo de reconstrução cirúrgica do LCA. **Material e métodos:** Estudo observacional de natureza quali-quantitativa. Participou um indivíduo do sexo masculino, com 16 anos, jogador de futebol, com 3 meses de pós-operatório. Utilizou-se um eletromiógrafo para coleta da atividade elétrica do músculo quadríceps (RF+VL+VMO), escala de Lysholm do joelho que avalia sintomas e função e uma ficha de avaliação. Realizaram-se três repetições de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) de 6 segundos e 3 agachamentos até 60°. Para análise, compararam-se os valores obtidos do lado submetido à cirurgia e contralateral, através da porcentagem de *Root Mean Square* (RMS). **Resultados:** A atividade eletromiográfica do quadríceps com LCA lesado manteve-se menor nos 3 músculos analisados em relação ao joelho contralateral; a funcionalidade avaliada pela escala de Lysholm obteve resultado "excelente". **Conclusão:** Há inibição do quadríceps após a reconstrução do LCA no movimento de agachamento no sujeito estudado e a função do membro inferior encontra-se preservada.

**Palavras-chave:** eletromiografia, ligamento cruzado anterior, músculo quadríceps, movimento.

## Abstract

**Introduction:** Damage to the Anterior Cruciate Ligament (ACL) represents about 50% of all ligament injuries. **Objective:** To analyze the electromyographic activity of the quadriceps during the squat movement and knee function in one subject undergoing ACL surgical reconstruction. **Methods:** Observational study of qualitative and quantitative nature. One subject, male, 16 years old, football player, with 3 months postoperatively participated in the study. We used an EMG to collect the electrical activity of the quadriceps muscle (RF + VL + VMO), the Lysholm knee scale to evaluate symptoms and function and an evaluation form. He performed 3 replicates of Maximum Voluntary Isometric Contraction (MVIC) in 6 seconds and three squats up to 60 degrees. For analysis, it was compared the values of the surgical knee and contralateral knee by percentage of Root Mean Square (RMS). **Results:** EMG activity of the quadriceps with injured ACL remained lower in 3 muscles analyzed in relation to the contralateral knee; functionality evaluated by Lysholm scale achieved results "excellent". **Conclusion:** There was inhibition of the quadriceps after ACL reconstruction in the squat movement in the subject studied and the function of the lower limb is preserved.

**Key-words:** electromyography, anterior cruciate ligament, quadriceps muscle, movement.

## Introdução

A ocorrência de lesão do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) representa cerca de 50% de todas as lesões ligamentares [1]. Com a ruptura do LCA, ocorre instabilidade na articulação do joelho com excessiva rotação interna e translação anterior da tíbia, principalmente nos últimos graus de extensão [2].

O procedimento cirúrgico, apesar de bastante eficiente para devolver a estabilidade mecânica do joelho, é responsável juntamente com a lesão inicial do LCA por alterações funcionais nessa articulação que vão repercutir negativamente na propriocepção, desempenho funcional e padrão de ativação dos movimentos voluntários, entre outros [3]. Dentre as principais alterações funcionais destacam-se a perda da força e a redução do padrão de atividade voluntária muscular, sendo estas alterações mais evidentes no músculo quadríceps da coxa (QC) [4,5].

Após a ruptura do LCA a estabilidade ligamentar e o desempenho neuromuscular são afetados, com conseqüente fraqueza do músculo QC devido à perda de mecanorreceptores nele localizados. Esta ausência dos receptores suprime o recrutamento das unidades motoras durante a contração voluntária e este bloqueio da aferência sensorial resulta na inativação da musculatura periarticular [4-6]. Uma maneira de se avaliar um possível déficit muscular se faz através da Eletromiografia (EMG) podendo esta ser utilizada como um importante recurso de avaliação para conhecer a atividade elétrica produzida por diferentes grupos musculares [7].

As alterações na atividade do músculo quadríceps femoral causadas, após lesão do ligamento cruzado anterior, podem impactar diretamente nas atividades cotidianas do indivíduo, como, por exemplo, subir escadas. Logo, a fim de avaliar sintomas e correlacioná-los com algumas atividades, foi desenvolvida a escala de Lysholm (ou questionário de Lysholm), a qual ainda inclui sintoma de instabilidade correlacionando-o com alguma função, como o agachamento [8].

É sabido que há perda da atividade eletromiográfica do quadríceps após lesão do LCA, no entanto poucos trabalhos mensuram o quanto esta influencia a sintomatologia e função do joelho. Com base nisso, o objetivo do estudo foi analisar a atividade eletromiográfica do quadríceps durante o movimento de agachamento e a função do joelho em um indivíduo que passou pela reconstrução do LCA.

## Material e métodos

Este é um estudo observacional, de natureza quantitativa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), sob o protocolo nº 217.2010.2. A pesquisa ocorreu no Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano (LAPEM), da Universidade Federal de Santa Maria/RS (UFSM).

Participou desta pesquisa um indivíduo do sexo masculino com idade de 16 anos, massa de 74 kg e estatura de 175 cm, jogador de futebol, com ruptura parcial do LCA do membro inferior esquerdo (membro não dominante), submetido à cirurgia de reconstrução com enxerto duplo dos tendões dos músculos flexores mediais há três meses e em tratamento fisioterapêutico desde então. O sujeito da pesquisa foi esclarecido e orientado quanto à natureza e ao significado do estudo proposto e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Antes da realização da coleta, foi aplicada uma ficha de avaliação com os dados de identificação do paciente e perguntas abertas e fechadas referentes à lesão e à cirurgia. Para a análise da função do joelho foi aplicada a Escala (ou questionário) de Lysholm. A escala de Lysholm é uma avaliação funcional subjetiva das mais utilizadas no seguimento de pacientes submetidos à cirurgia do joelho, sendo consagrada na literatura pela sensibilidade, reprodutibilidade e confiabilidade [9].

Esta escala é específica para sintomas do joelho, traduzido para a língua portuguesa e validado por Peccin, Ciconelli e Cohem [8]. É composta por oito questões relacionadas a sintomas e limitações funcionais, com alternativas de respostas fechadas, cujo resultado final é expresso de forma nominal e ordinal, sendo "excelente" de 95 a 100 pontos; "bom", de 84 a 94 pontos; "regular", de 65 a 83 pontos e "ruim", quando os valores forem iguais ou inferiores a 64 pontos. Aborda questões como mancar, se o indivíduo utiliza algum apoio (bengala ou muleta, por exemplo), se apresenta sensação de travamento do joelho e instabilidade, se há presença de dor, edema e se há prejuízo em atividades como subir escadas e realizar agachamento [8].

Para a EMG, realizou-se tricotomia e a limpeza do local com algodão e álcool 70% antes da colocação dos eletrodos. O eletrodo de referência (terra) foi colocado sobre a tuberosidade anterior da tíbia. Os músculos foram localizados por palpação dos ventres musculares durante contrações isométricas. Para o RF, os eletrodos foram fixados 12 cm acima da borda superior da patela. Para o VMO, foi posicionado a 20% da distância entre o espaço articular medial do joelho e a Espinha Ilíaca Antero Superior (EIAS); para o VL, o eletrodo foi colocado a 1/3 da distância entre o bordo lateral da patela e a EIAS [10].

Os dois eletrodos ativos e um eletrodo de referência foram acoplados a cada canal. Os eletrodos de superfície circulares (Ag/AgCl), com 10 mm de diâmetro (Meditrace®), foram colocados aos pares (distância entre eletrodos de 2 cm) nos membros inferiores dominante e não-dominante sobre os músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral (VL) e reto femoral (RF) segundo as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles*) [11].

Utilizou-se um eletromiógrafo da marca Lynx, EMG1000, com doze canais para obtenção dos sinais elétricos. O sinal EMG foi convertido de analógico para digital por meio de uma placa CAD1026 (Lynx) com entrada para -5 a +5 volts e resolução de 10 bits. Os dados foram adquiridos por meio do software AqDados® 5.0 (Lynx) e o sistema teve um modo comum de rejeição (CMRR) de 80dB. As coletas foram realizadas com ganho de 1000 vezes, filtros de passa alta de 20Hz e de passa baixa de 500Hz, e frequência de amostragem de 1000Hz. Os dados foram analisados a partir do início do movimento menos 300 milissegundos (ms) até o momento que o indivíduo tocou a barra com os glúteos e voltou para a posição inicial. O movimento completo foi considerado e foi realizada uma média aritmética simples entre as três tentativas.

Para a normalização dos sinais eletromiográficos, durante o agachamento, foi registrada, previamente, a atividade eletromiográfica em contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada músculo, tanto no joelho com lesão, quanto no joelho sem a lesão, afim de comparação entre esses posteriormente. Para a aquisição da CIVM, o indivíduo foi posicionado sentado em uma cadeira, com o quadril fletido a 90°, costas eretas, apoiadas no espaldar da cadeira. Foi solicitado ao paciente que se mantivesse nessa posição, realizando uma extensão do joelho a 60° contra uma barra fixa entre duas superfícies. A angulação do joelho foi previamente mensurada com um goniômetro da marca CARCI®. Nessa posição, foram realizadas três tentativas com duração de seis segundos e intervalo de três minutos entre as três tentativas, sob o comando de estímulos verbais do avaliador, para que a contração fosse a mais intensa possível.

Após, foram registrados os sinais elétricos do membro operado e do membro contralateral (não operado), simultaneamente, durante três execuções do agachamento "slide wall", com o indivíduo em pé posicionado com as costas encostadas na parede e a coluna mantida na posição neutra, pés alinhados um em relação ao outro, membros superiores cruzados de modo que tocasse o ombro contralateral. Foi permitida a execução de 2 repetições para o aprendizado do movimento e para conferir se havia algum fio que fosse capaz de impedir os movimentos, e se a captação dos sinais estava adequada, sem a presença de ruídos.

A partir disso, foi solicitado o agachamento até 60° de flexão de joelho. Esta medida foi feita previamente com o goniômetro e foi colocada uma barra fixa como limitadora do movimento, de modo que quando o sujeito tocasse com os glúteos na barra ele retornasse à posição inicial. As fases concêntricas e excêntricas foram analisadas juntas e a normalização foi realizada pela CIVM de ambos os lados com intuito de comparação desses.

Para as medições foram fixados pequenos segmentos de esparadrapo para que não ocorressem variações no posicionamento, durante as execuções dos movimentos, da distância dos pés, tendo como pontos de referências o hálux e a largura dos ombros, a distância entre a parede e os calcâneos. Foi utilizada uma fita métrica para as mensurações das distâncias de acordo com os pontos de referências.

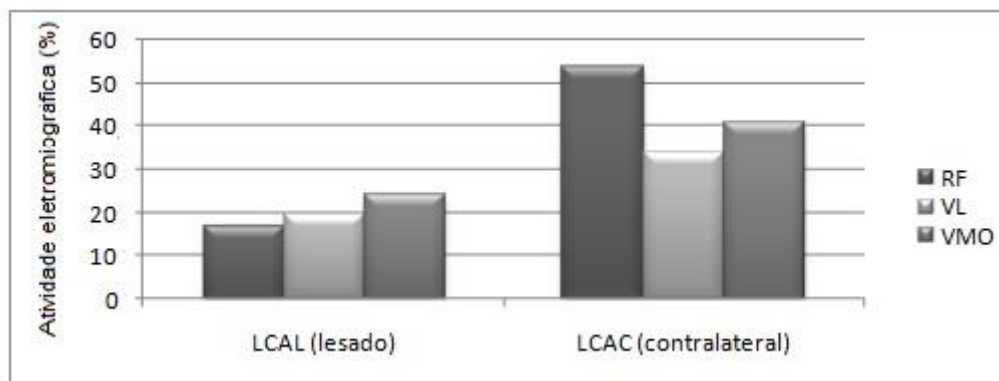
As variáveis funcionais foram analisadas de forma descritiva. As variáveis eletromiográficas (% CIVM) são apresentadas com média e em forma de gráfico e não foram comparadas entre si por se tratar de um estudo de caso.

## Resultados

A figura 1 demonstra os valores de RMS normalizados do quadríceps (RF, VL e VMO) no membro inferior esquerdo e direito através da porcentagem da CIVM durante o

agachamento no ângulo proposto (60°). É possível observar que a atividade eletromiográfica do joelho com LCA lesado (LCAL) manteve-se menor nos três músculos analisados, em relação ao joelho contralateral (LCAC). Para o LCAL os resultados expressos de forma numérica foram: VL (19,82%), VMO (24,19%), RF (16,99%). Já para o LCAC, os valores foram: VL (34,08%), VMO (41,17%), RF (54,11%).

**Figura 1** - Atividade eletromiográfica do quadríceps Reto Femoral (RF), Vasto Lateral (VL) e Vasto Medial Oblíquo (VMO), normalizados e demonstrados como porcentagem (%) da Contração Isométrica Voluntária Máxima durante a realização do agachamento a 60°.



O resultado obtido com a aplicação do Questionário Lysholm foi considerado excelente, obtendo 95 pontos de um total de 100. A pontuação por item está no tabela I.

**Tabela I** - Pontuação obtida através do Questionário Lysholm, pelo sujeito estudado, dividida por itens.

Mancar	Nunca = 5
Apoio	Nenhum = 5
Travamento	Nenhum travamento ou sensação de travamento = 15
Instabilidade	Nunca falseia = 25
Dor	Inconstante ou leve durante exercícios pesados = 20
Inchaço	Nenhum = 10
Subindo escadas	Nenhum problema = 10
Agachamento	Nenhum problema = 5
Pontuação total	= 95
Quadro de pontuação: Excelente: 95 – 100; Bom: 84 – 94; Regular: 65 – 83; Ruim < 64	

## Discussão

Os resultados obtidos com o sujeito estudado demonstram que o joelho com LCA reconstruído apresenta um déficit na atividade elétrica para todos os músculos analisados durante o movimento de agachamento quando comparado com o joelho contralateral. A escolha do movimento de agachamento (Cadeia Cinética Fechada - CCF) deu-se pelo fato de que segundo alguns autores, durante os exercícios de CCF para membros inferiores, o segmento distal fica relativamente fixo, ou seja, resulta na co-contracção de toda a musculatura do membro inferior [11,12]. O resultado da co-contracção do quadríceps e dos isquiotibiais durante o agachamento minimiza a translação da tibia e as forças de cisalhamento no joelho, diminuindo dessa forma a tensão no LCA [13]. Esse déficit na atividade EMG também foi observado por Williams *et al.* [4] que verificaram atrofia significativa do músculo quadríceps em indivíduos com lesão unilateral do LCA, comparando os membros lesado e não-lesado e falha na ativação voluntária em ambos os grupos entre 8 e 10 %. Esses valores foram menores do que os encontrados neste estudo, em que a diferença foi em média de 23% entre os dois membros. Este déficit também foi constatado por alguns autores, os quais observaram que quando o LCA sofre uma ruptura, a lesão afeta não só a estabilidade ligamentar como também o desempenho neuromuscular, repercutindo conseqüentemente na inibição do músculo quadríceps devido à perda de mecanorreceptores nele localizados. Esta ausência dos receptores

suprime o recrutamento das unidades motoras durante a contração voluntária e este bloqueio da aferência sensorial resulta da inativação da musculatura periarticular [5,6].

A inibição do quadríceps que foi observada neste estudo parece ocorrer no sentido de minimizar a anteriorização da tibia pela contração deste músculo, estando de acordo com o resultado de outros autores [14], protegendo dessa forma o LCA reconstruído. Segundo Powers, é importante que se investigue o controle neuromuscular do joelho, pois o conhecimento da disfunção tem o potencial de identificar indivíduos em risco [15].

Apesar do déficit verificado da atividade eletromiográfica do músculo quadríceps, a função avaliada pela escala de Lysholm manteve-se preservada. Este resultado pode estar relacionado às condições clínicas e funcionais apresentadas pelo indivíduo estudado, que se mostraram semelhantes ao esperado para indivíduos saudáveis do mesmo gênero e idade e também ao tratamento fisioterapêutico realizado durante o período anterior a avaliação (três meses).

Comparando os resultados encontrados neste estudo em se tratando da função, um estudo realizado por Vasconcelos e colaboradores [16] analisou entre outros quesitos, o desempenho funcional em indivíduos normais e com reconstrução do LCA. Foi mostrado que na avaliação funcional através do questionário Lysholm, sujeitos que haviam passado pela reconstrução cirúrgica utilizando enxerto dos tendões dos flexores mediais apresentavam a pontuação média de 93,8 pontos, dado muito similar ao encontrado neste estudo, que foi 95 pontos. O resultado obtido, que a partir desta escala é considerado como excelente, parece contraditório quando comparado aos achados eletromiográficos, que mostram inibição do grupo extensor do joelho no membro operado. Porém, é possível que a redução da atividade EMG do quadríceps evite o deslocamento anterior da tibia durante o caminhar, o pular e na flexo-extensão do joelho [17], fato que poderia explicar os resultados desta pesquisa através da escala subjetiva de funcionalidade.

A principal limitação deste estudo é tratar-se de um estudo de caso, fato que não permite generalizar os resultados encontrados. Outra limitação é a ausência das repetições das análises. Porém, acredita-se que este estudo tenha implicações para a prática clínica, pois os fisioterapeutas devem estar atentos quanto à importância da avaliação funcional do joelho afetado pela lesão e reconstrução do LCA e do membro inferior como um todo, devido ao possível déficit de recrutamento dos músculos estabilizadores (alteração na co-contratação) característico do procedimento cirúrgico.

## Conclusão

Esta pesquisa revelou que há inibição do quadríceps após a reconstrução do LCA no movimento de agachamento de um sujeito estudado, porém a função do joelho encontrou-se preservada quando avaliada através da escala de Lysholm, considerada como excelente.

Os dados coletados neste estudo contribuem para o conhecimento da atividade muscular e função em indivíduos com lesão do LCA e sugere-se um número maior da amostra para melhor compreensão dos dados verificados.

## Referências

1. Benedito AG, Reis MF. A propriocepção e sua relação com pacientes lesionados no LCA submetidos ou não ao processo de reconstrução ligamentar; 2004. [citado 2010 Maio 3]. Disponível em URL: [www.interfisio.com.br](http://www.interfisio.com.br).
2. Kvist J, Gillquist J. Anterior positioning of tibia during motion after anterior cruciate ligament injury. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(7):1063-72.
3. Ageberg E. Consequences of a ligament injury on neuromuscular function and relevance to rehabilitation - using the anterior cruciate ligament injured knee as model. *J Electromyogr Kinesiol* 2002;14(3):205-12.
4. Williams GN, Buchanan TS, Barrance PJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Quadriceps weakness, atrophy, and activation failure in predicted noncopers after anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med*. 2005;33(3):402-7.
5. Williams GN, Barrance PJ, Snyder-Mackler L, Axe MJ, Buchanan TS. Specificity of muscle action after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Res* 2003;21(6):1131-7.

6. Konishi Y, Fukubayashi T, Takeshita D. Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(9):1414-8.
7. Moraes AC, Bankoff ADP, Okano AH, Simões EC, Rodrigues CE. Análise eletromiográfica do músculo reto femoral durante a execução de movimentos do joelho na mesa extensora. *Rev Bras Ciênc Mov* 2003;11(2):19-23.
8. Peccin MS, Ciconelli R, Cohen M. Questionário específico para sintomas do joelho "Lysholm Knee Scoring Scale": tradução e validação para a língua portuguesa. *Acta Ortop Bras* 2006;14(5):268-72.
9. Anderson AF. Rating scales. In: Fu FH, Harner CD, Vince KG, eds. *Knee 22. surgery*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. p. 275-96.
10. Sousa CO. Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40°, 60° e 90° de flexão do joelho. *Rev Bras Med Esp* 2007;13(5).
11. European Concerted Action - Surface EMG for a non-invasive assessment of muscles (SENIAM). [citado 2010 Maio 3]. Disponível em URL: <http://www.seniam.org>.
12. Ciccotti MG, Kerlan RK, Perry J, Pink M. An electromyographic analysis of the knee during functional activities, II: the anterior cruciate ligament-deficient and -reconstructed profiles. *Am J Sports Med* 1994;22:651-8.
13. Dutton M. *Fisioterapia ortopédica: exame, avaliação e intervenção*. Porto Alegre: Artmed; 2006. p.727.
14. Lorentzon R, Elmqvist LG. Thigh musculature in relation to chronic anterior cruciate ligament tear. Muscle size, morphology, and mechanical output before reconstruction. *Am J Sports Med* 1989;17(03):423-9.
15. Powers CM. The influence of abnormal hipmechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(2):42-51.
16. Vasconcelos RA, Bevilaqua-Grossi D, Shimano AC, Paccola CAJ, Salvini TF, Prado CL et al. Análise da correlação entre pico de torque, desempenho funcional e frouxidão ligamentar em indivíduos normais e com reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop Traumat* 2009;44(2).
17. Tibone JE, Antich TJ, Fanton GS, Moynes DR, Perry J. Functional analysis of anterior cruciate ligament instability. *Am J Sports Med* 1986;14:276-84.