

# Nível de ativação muscular do vasto medial em diferentes exercícios fisioterapêuticos

## Activation level of vastus medialis muscle in different rehabilitation exercises

Andressa Dupont Birck<sup>1</sup>, Jonnas da Fontoura Zaleski<sup>2</sup>, Rodrigo de Azevedo Franke<sup>3</sup>, Cláudia Silveira Lima<sup>4</sup>

### RESUMO

A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) tem como uma das causas a lateralização excessiva da patela, que ocorre frequentemente pelo enfraquecimento do músculo Vasto Medial (VM). Dessa forma, na prevenção e reabilitação da SDFP, o fortalecimento de VM é imprescindível. **Objetivo:** Comparar o nível de ativação do VM em quatro diferentes exercícios utilizados na prevenção e na reabilitação da SDFP compreendendo isometria de extensão de joelhos a 30° e 60° e isometria no agachamento a 60° associado ou não a adução de quadril. **Métodos:** A amostra foi de 14 sujeitos saudáveis sedentários, com idade entre 20 e 40 anos. O sinal EMG do músculo VM foi coletado durante Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) com duração de cinco segundos para cada exercício. Do sinal EMG captado foi recortado um período de três segundos e a partir disso foram obtidos os valores Root Mean Square (RMS) para cada exercício. **Resultados:** Demonstram que houve ativação do VM significativamente maior nos exercícios de extensão quando comparados com os exercícios de agachamento. Porém, não houve diferença significativa entre os dois exercícios de extensão, assim como entre os exercícios de agachamento. **Conclusão:** Os melhores exercícios para maximizar a ativação do VM são os exercícios isométricos de extensão do joelho, independente do ângulo avaliado, pois apresentam maior nível de ativação do VM, imprescindível para a prevenção e reabilitação da SDFP.

**Palavras-chave:** Síndrome da Dor Patelofemoral, Músculo Quadríceps, Eletromiografia

### ABSTRACT

Excessive lateralization, which often occurs by the weakening of Vastus Medialis (VM) muscle of the patella, is one of the causes of Patellofemoral Pain Syndrome (PFPS) For prevention and rehabilitation of PFPS, the VM strength is essential. **Objective:** The aim of the study was to compare the VM activation level in four different exercises used in the prevention and rehabilitation of PFPS that are isometric knee extension at 30° and 60° and isometric squat at 60° with or without hip adduction. **Methods:** A sample of 14 sedentary healthy subjects, aged between 20 and 40 years was included. The EMG signal of VM muscle was collected during Maximal Voluntary Isometric Contraction with duration of five seconds for each exercise. From the captured EMG signal, a period of three seconds was cut and thereafter the Root Mean Square value for each exercise was obtained. **Results:** The results showed that there was significantly greater activation in VM extension exercises compared to squat exercises. However, there was no significant difference between the two extension exercises, as well as between squat exercises. **Conclusion:** It can be concluded that the best exercises to maximize the activation of the VM are the isometric knee extension, regardless of the rated angle, since they have greater VM activation level, essential for the prevention and rehabilitation of PFPS.

**Keywords:** Patellofemoral Pain Syndrome, Quadriceps Muscle, Electromyography

<sup>1</sup> Fisioterapeuta.

<sup>2</sup> Discente de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

<sup>3</sup> Educador Físico, Mestre em Ciências do Movimento Humano.

<sup>4</sup> Professora Associada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Endereço para correspondência:  
Universidade federal do Rio Grande do Sul - UFRGS  
Escola Superior de Educação Física  
Cláudia Silveira Lima  
Rua Felizardo, 750  
CEP 90690-200  
Porto Alegre - RS  
E-mail: claudia.lima@ufrgs.br

Recebido em 29 de Agosto de 2016.

Aceito em 21 de Outubro de 2016.

DOI: 10.5935/0104-7795.20160025

## INTRODUÇÃO

A articulação do joelho sofre inúmeras lesões, dentre elas a Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP). Essa síndrome acomete principalmente adultos jovens, e é uma das desordens musculoesqueléticas mais frequentes durante a reabilitação da fisioterapia.<sup>1,2</sup> É definida como uma dor no joelho ou retro-patelar causada por alterações estruturais e biomecânicas na articulação.<sup>3</sup> A etiologia da lesão ainda não está bem definida; porém, o deslocamento lateral excessivo da patela é o fator mais aceito.<sup>4,5</sup>

Um dos motivos dessa lateralização é um desequilíbrio muscular entre o Vasto Lateral (VL), que deveria tracionar a patela lateralmente e o Vasto Medial (VM), que deveria tracionar a patela medialmente.<sup>1,6-10</sup> Durante a extensão do joelho, todas as porções do quadríceps, Reto Femoral, Vasto Intermédio e Vasto Lateral (VL), com exceção do Vasto Medial (VM), promovem tendências de lateralização da patela.<sup>8</sup> Já as fibras do músculo VM apresentam uma inclinação medial de 55° em relação a diáfise femoral tracionando a patela medialmente.<sup>11,12</sup> A insuficiência do VM ocasiona um predomínio da tração do VL, sendo o principal fator da lateralização patelar, o que predis põe a SDFP.<sup>9</sup>

O tratamento conservador para esta lesão é a melhor opção, e a intervenção fisioterapêutica tanto na reabilitação quanto na prevenção da patologia deve incluir o treinamento e fortalecimento da musculatura enfraquecida, especialmente do VM, buscando o equilíbrio muscular na articulação e o alinhamento patelar.<sup>5,13-15</sup> Para isso, o programa fisioterapêutico inclui exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) como extensão de joelho e exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) como o agachamento.<sup>3,16</sup> No entanto, em ambos os tipos de exercícios o grupo muscular quadríceps é ativado e, assim, tanto VM quanto VL atuam no movimento.

Os exercícios de agachamento são os mais aceitos pela literatura, por apresentarem uma boa ativação do VM, e, também apresentarem uma segurança para a articulação já que o sujeito realiza uma co-contracção de quadríceps e isquiotibiais estabilizando dinamicamente o joelho.<sup>17-19</sup> Dentre os exercícios de agachamento, Felício et al.<sup>20</sup> verificaram que o agachamento associado à adução do quadril promove maior ativação elétrica do vasto medial oblíquo. Já, Gramani-Say et al.<sup>21</sup>, Bevilaqua-Grossi et al.<sup>18</sup> e Tang et al.<sup>16</sup> encontraram maior ativação do VM no agachamento realizado em 60° de flexão do joelho ao compará-lo com a flexão de 45°.

Ainda, estudos mostram maior ativação do vasto medial em diferentes propostas de exercícios monoarticular de extensão do joelho, Bevilaqua-Grossi et al.<sup>22</sup> verificaram que o VM obteve maior ativação na contração isométrica em 90° de flexão do joelho quando comparado com as posições de 15° e de 50° de flexão. Stensdotter et al.<sup>23</sup> encontraram que o exercício de extensão de joelho isométrico a 30° apresenta maior ativação do VM e Ribeiro et al.<sup>24</sup> reforçam esse resultado. Já o estudo de Santos et al.<sup>25</sup> encontrou que o exercício de extensão de joelho isométrico a 60° pode apresentar maior ativação do VM.

Apesar de diferentes estudos estarem sendo realizados para identificar os melhores exercícios para ativar o VM, ainda há carência de estudos que comparem, entre si, exercícios relatados na literatura com maior ativação do VM e que são utilizados para prevenção e reabilitação da SDFP.

## OBJETIVO

Comparar o nível de ativação muscular do VM em diferentes exercícios utilizados para prevenção e reabilitação da SDFP.

## MÉTODOS

Este é um estudo quantitativo, comparativo, transversal, do tipo quase experimental. A amostra foi constituída de 14 sujeitos de ambos os sexos, sedentários, sem histórico de dor, lesão ou cirurgia nos joelhos com idade entre 20 e 40 anos. O número de sujeitos foi estabelecido a partir do cálculo amostral, com nível de significância de 0,05 e erro padrão de 10%, para populações infinitas com base na média e desvio-padrão (75,38 ± 13,65) encontrados no artigo de Bevilaqua-Grossi et al.<sup>18</sup> que analisou a ativação do VM durante exercícios utilizados na reabilitação fisioterapêutica.

Todos os sujeitos foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade com o parecer nº 317.791.

A coleta foi realizada no Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex) da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os sujeitos realizaram uma CIVM durante cinco segundos em quatro exercícios utilizados na reabilitação fisioterapêutica e a coleta do sinal eletromiográfico foi feita simultaneamente.

Os quatro exercícios propostos foram extensão do joelho a 30° e a 60° agachamento a 60° associado ou não a adução de quadril, que foi realizada com o sujeito apertando uma bola de borracha de 15 cm de diâmetro entre os joelhos. A ordem da realização dos exercícios foi randomizada por sorteio por meio de envelope opaco.

Os dois exercícios de extensão de joelhos foram realizados em um dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkokoma, Nova Iorque, EUA), com o sujeito sentado com as costas apoiadas formando um ângulo de 90° no quadril. O sujeito foi adequadamente posicionado de forma que o eixo articular do joelho coincidis se com o eixo de rotação do dinamômetro isocinético. Cintos e faixas foram utilizados para evitar compensações musculares. Após o ajuste do posicionamento, foi mensurado o peso da perna e estabelecidas as angulações (30° ou 60°) para os testes, considerando 0° a extensão completa do joelho. Após o posicionamento, o sujeito recebia as instruções sobre a execução do teste, realizava um aquecimento com força submáxima para que fosse verificada a qualidade do sinal eletromiográfico (EMG) e a realização correta do exercício. Após 30 segundos, o teste era realizado com o sujeito fazendo a força isométrica máxima contra a resistência do equipamento, no ângulo de 30° ou 60°, conforme sorteio.

Os dois agachamentos foram realizados com o sujeito em pé, com os pés afastados na largura do quadril e durante a execução do movimento o tronco permanecia perpendicular ao solo para evitar uma vantagem mecânica dos extensores do quadril que ocorre com o aumento do ângulo de flexão da coluna.<sup>21</sup> A flexão do joelho a 60° foi mensurada com um goniômetro manual de acrílico Trident (Itapuí, São Paulo, Brasil). Nesta posição o sujeito realizava força de extensão dos membros inferiores (Msls) contra uma barra fixa apoiada nos ombros. O agachamento de 60° associado com adução de quadril foi realizado com o sujeito na mesma posição anterior, pressionando uma bola de 15cm de diâmetro entre os joelhos.

Nos quatro exercícios, as posições foram mantidas por cinco segundos recebendo estímulos verbais para manutenção da contração. O intervalo entre cada exercício foi de três minutos. O nível de ativação do vasto medial do membro dominante do sujeito foi analisado através do sinal EMG registrado durante a CIVM de cada um dos exercícios.

Para a aquisição do sinal EMG foi utilizado um eletromiógrafo Miotool 400 com uma taxa de aquisição de 2000Hz por canal. O sinal elétrico do músculo VM foi registrado através

de pares de eletrodos de superfície, cada um com 15mm de raio, levemente sobrepostos, com uma distância entre eletrodos de 20mm, pré-amplificados com configuração bipolar. Para minimizar a impedância da pele foi realizada a raspagem dos pelos e a abrasão da pele com algodão embebido em álcool no local da colocação dos eletrodos.

Após este processo, os eletrodos foram posicionados segundo Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM).<sup>26</sup> Para o músculo VM a orientação é a 80% da linha entre a espinha ilíaca ântero-superior e o espaço da articulação na face da borda anterior do ligamento medial, no local referente ao ventre muscular do VM.

Após a captação, o sinal EMG foi gravado e armazenado em um computador com o software Miograph através de um cabo USB. Os dados armazenados foram importados para o software SAD32 onde foi realizada a filtragem dos dados para que possíveis ruídos fossem eliminados e não interferissem nos dados coletados. A filtragem foi realizada com filtros tipo passa-banda Butterworth, de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500Hz.

Para a normalização dos dados foi utilizado como percentual máximo o valor RMS calculado de um segundo da CIVM do exercício de extensão do joelho a 60°, entre o terceiro e o quarto segundo de execução. Este exercício foi escolhido para ser utilizado na normalização dos dados por ter apresentado o maior valor bruto de ativação do músculo VM.

Após este processo, foi recortada uma janela de três segundos do tempo de realização da CIVM de cada exercício e calculado o valor Root Mean Square (RMS) para o VM em cada um dos quatro exercícios. Finalmente, o valor encontrado foi convertido em percentual do valor máximo de referência.

A normalidade dos dados foi verificada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilks e os dados foram apresentados por meio dos valores de média e desvios-padrão. Para comparar o nível de ativação do VM nos quatro exercícios foi utilizada uma análise de variância para amostras repetidas (one-way ANOVA), seguido pelo teste post-hoc de Bonferroni, quando indicado. Os dados foram analisados através do software Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 14.0. Em todas as análises foi adotado um  $\alpha$  de 0,05.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos com este estudo (Figura 1) demonstram que não há diferença

significativa na ativação do VM entre exercícios de extensão de joelho a 30° (100,14 ± 22,21), e extensão de joelho a 60° (101,1 ± 7,14), assim como entre os exercícios de agachamento a 60° (55,82 ± 32,15) e o agachamento a 60° associado a adução do quadril (63,09 ± 37,45).

Porém, os exercícios de extensão de joelho a 30° e 60° apresentaram valores significativamente maiores de ativação do VM do que o agachamento à 60° ( $p = 0,001$  e  $p = 0,000$ ; respectivamente) e do que o agachamento à 60° associado à adução ( $p = 0,003$  e  $p = 0,002$ ; respectivamente).

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que há diferença significativa de ativação do VM entre os exercícios de extensão do joelho quando comparados com os exercícios de agachamento. Porém, não houve diferença significativa de ativação quando comparados os agachamentos entre si e os exercícios de extensão de joelho entre si.

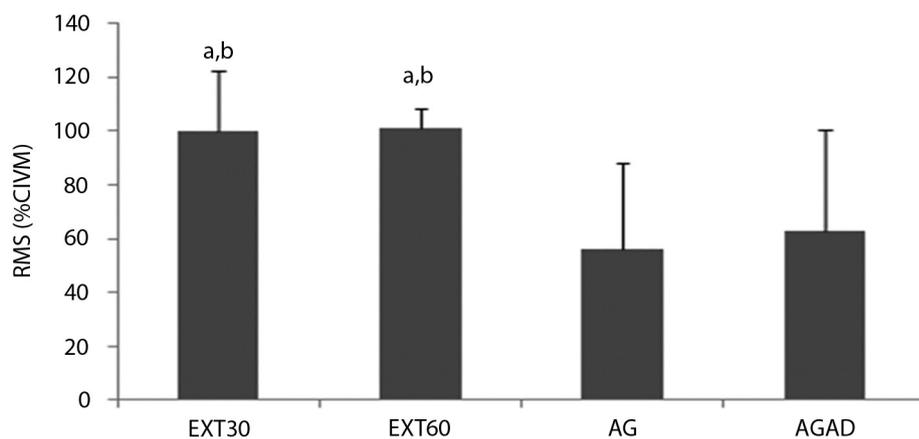
Os resultados deste estudo relativos aos exercícios de agachamento diferem do que é sugerido por Gramani-Say et al.<sup>21</sup> que o agachamento associado à adução do quadril deveria apresentar maior ativação do VM devido ao posicionamento anatômico; segundo os autores algumas fibras do músculo VM estão inseridas na porção distal do músculo adutor magno o que facilitaria a ativação muscular do VM quando associado ao movimento de adução do quadril. O estudo de Felício et al.<sup>20</sup> comparou o agachamento tradicional,

o agachamento com abdução e o agachamento com adução e descobriu que o exercício de agachamento associado à adução promoveu uma maior ativação do músculo VM. Ambos os estudos utilizaram amostras semelhantes de sujeitos saudáveis e sedentários. Porém, o estudo de Felício et al.<sup>20</sup> realizou os testes apenas em mulheres podendo este fato justificar a diferença nos resultados pelo maior valgismo nas mulheres.<sup>27</sup>

Já o estudo de Coqueiro et al.<sup>28</sup> corrobora com os resultados do presente estudo. Os autores realizaram pesquisa semelhante procurando descobrir como ocorria a ativação de VM nos exercícios de semiagachamento isométricos com e sem adução do quadril. Os resultados encontrados não demonstraram nenhuma ativação seletiva de VM. Porém, ainda foi analisada a razão do valor RMS entre VM e VL e durante o agachamento associado à adução do quadril a razão foi mais próxima de um, indicando um equilíbrio maior de ativação entre esses músculos.

Ambos os exercícios de extensão, neste estudo, foram mais efetivos quanto ao nível de ativação do VM quando comparados aos exercícios de agachamento. Isso pode ser explicado pelo fato de que no exercício de extensão isométrica de joelho ocorre puramente o movimento desta articulação enquanto que no exercício de agachamento ocorre também a ação dos extensores do quadril e flexores plantares do tornozelo que contribuem para o torque da musculatura do joelho, minimizando a ativação elétrica do mesmo.<sup>21</sup>

Porém, há escassez de estudos realizando comparações semelhantes a este estudo. Dois estudos, Cabral et al.<sup>10</sup> e Stensdotter et al.<sup>23</sup>



Extensão de joelho a 30° (EXT30) e extensão de joelho a 60° (EXT60), agachamento a 60° (AG) e agachamento a 60° associado a adução (AGAD). Onde "a" representa diferença significativa do AG e "b" representa diferença significativa do AGAD ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 1.** Percentual de ativação do músculo VM nos quatro exercícios de reabilitação

compararam exercícios de extensão de joelho com exercícios de leg press. No estudo de Cabral et al.<sup>10</sup> foi utilizado o exercício de extensão de joelho de 90° a 45° na cadeira extensora e leg press de 0 a 45°.

Nos resultados obtidos do estudo de Cabral et al.<sup>10</sup> não foi observada diferença de ativação de VM nos dois exercícios. A divergência de resultado com o presente estudo, na comparação de exercícios em CCA e CCF, pode ser devido ao fato dos autores utilizarem o exercício de leg press e não o agachamento na vertical, e os exercícios terem sido dinâmicos e não isométricos o que dificulta uma comparação direta com o presente estudo. Já no estudo de Stensdotter et al.<sup>23</sup> foi utilizado o exercício de extensão a 30° e leg press de 30° a 0° e os resultados demonstraram uma maior ativação de VM no exercício de extensão a 30° corroborando com os resultados do presente estudo.

O exercício de extensão a 30° também é preconizado para a reabilitação e prevenção da SDFP pelo estudo de Ribeiro et al.<sup>24</sup> por apresentar boa ativação do VM. Gramani-Say et al.<sup>21</sup> corrobora ao sugerir que a função do VM de estabilização dinâmica da articulação do joelho é mais efetiva nos ângulos de flexão de 0° a 30°. O presente estudo apesar de ter encontrado maior ativação do VM na extensão a 30° comparado aos agachamentos, não encontrou diferença significativa entre a extensão de joelho à 30° e a 60°, este achado corrobora com o estudo de Santos et al.<sup>25</sup> que indica a extensão de joelho isométrica a 60° como um exercício com boa ativação de VM.

Santos et al.<sup>25</sup> compararam a ativação dos músculos VM e VL em dez diferentes exercícios, sendo que os exercícios que apresentaram uma maior ativação de VM foram extensão de joelho isométrica a 60°, extensão de joelho isocinética partindo de 60 até 0° e agachamento da posição de pé até 45° de flexão de joelho. Porém, os autores não observaram se há diferença entre os três exercícios que apresentaram uma maior ativação do VM.

O estudo de Correa et al.<sup>29</sup> apesar de sugerir que o ângulo de extensão a 60° é o que apresenta maior vantagem mecânica para a realização da força muscular, os seus resultados não apresentaram diferença significativa de ativação do VM entre os ângulos estudados por eles (0°, 60° e 90°). Outro estudo que comparou diferentes ângulos de extensão de joelho (15° e 90°) foi o de Bevilaqua-Grossi et al.<sup>22</sup> que também não observaram diferença significativa da ativação de VM.

Observa-se que tanto no estudo de Bevilaqua-Grossi et al.<sup>22</sup> quanto no estudo de Correa et al.<sup>29</sup> as angulações de extensão do

joelho foram diferentes das utilizadas neste estudo. Porém, percebe-se que, independente do ângulo de extensão do joelho utilizado, a ativação do músculo VM não varia significativamente fazendo com que o exercício de extensão de joelho, utilizado para a prevenção e reabilitação da SDFP, possa ser utilizado em qualquer ângulo.

Apesar de alguns autores sugerirem que os exercícios em CCF, como o agachamento, possa ser mais seguro para sujeitos com SDFP, pois realizam uma estabilização dinâmica da articulação buscando uma relação mais próxima entre o nível de ativação do músculo VM e o nível de ativação do músculo VL.<sup>20,30</sup> E de estudos como de Fehr et al.<sup>31</sup> que consideram os exercícios em CCF mais eficazes na melhoria da funcionalidade quando comparados aos exercícios em CCA. O estudo de Escamilla,<sup>32</sup> salienta que o agachamento é uma atividade funcional fonte de queixa dentre pacientes com SDFP e Escamilla et al.<sup>33</sup> concluíram que os exercícios em CCA produzem menores forças compressivas quando comparados aos exercícios em CCF, que geram maiores forças compressivas principalmente em ângulos de flexão acima de 85°.

Considerando os resultados do presente estudo, de maior ativação do VM nos exercícios de extensão do joelho comparado aos de agachamento e a inconsistência quanto ao uso do agachamento na SDFP, o exercício de extensão do joelho parece ser mais indicado.

É importante salientar que o presente estudo realizou a análise de apenas um músculo dos que compõe o quadríceps, o VM, para a realização dos testes. Não foram analisados os outros músculos que compõe o quadríceps, como o VL, não sendo possível a comparação entre todos os estabilizadores da patela. Alguns estudos realizam esta comparação demonstrando que, durante um exercício, pode ocorrer uma maior ativação do VL quando comparado com o VM tornando o exercício questionável para o tratamento de indivíduos com SDFP, pois aumentaria o desequilíbrio muscular já existente.<sup>18,20,24,25,28,34</sup> Outra possível limitação é a utilização de apenas indivíduos saudáveis na amostra, pois indivíduos portadores da SDFP poderiam apresentar diferenças nos resultados. Alguns estudos sugerem que em indivíduos portadores da SDFP pode haver desequilíbrio entre os músculos que compõe o quadríceps fazendo com que o VM apresente menor ativação muscular.<sup>24,25,28,34</sup> Por outro lado, estudos foram realizados comparando os exercícios em indivíduos saudáveis e portadores da SDFP sem apresentar diferença significativa.<sup>15,16,18</sup>

Um ponto forte deste estudo é a realização da comparação de quatro exercícios de isometria máxima que facilitam a análise e a interpretação dos dados obtidos. Existem estudos que realizam comparações entre exercícios isométricos e exercícios isotônicos que dificultam a interpretação dos resultados.<sup>25,35</sup>

Porém, novos estudos são necessários para realizar a análise EMG do VM e do VL nestes quatro exercícios isométricos para verificar como se dá a relação entre esses dois músculos, além de comparar se há diferença de ativação dos músculos VM e VL entre sujeitos saudáveis e sujeitos portadores de SDFP.

## CONCLUSÃO

Através deste estudo, pode-se concluir que os melhores exercícios para maximizar a ativação do VM, em sujeitos saudáveis, são os exercícios isométricos de extensão do joelho em 30° e 60°, pois apresentam maior nível de ativação do VM, imprescindível para a prevenção e reabilitação da SDFP.

Por outro lado, não há consenso na literatura sobre qual seria o exercício mais seguro para ser utilizado no tratamento da SDFP. Portanto, ainda são necessários mais estudos para que se possa utilizar os exercícios de extensão com segurança na prática clínica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a participação do colega Felipe Minozzo pelo auxílio na coleta dos dados.

## REFERÊNCIAS

1. Biedert RM, Warnke K. Correlation between the Q angle and the patella position: a clinical and axial computed tomography evaluation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;121(6):346-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s004020000239>
2. Wilk KE, Reinold MM. Principles of patellofemoral rehabilitation. *Sports Med Arthrosc.* 2001;9(4):325-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00132585-200110000-00010>
3. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):1879-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200212000-00004>
4. Insall J. "Chondromalacia patellae": patellar malalignment syndrome. *Orthop Clin North Am.* 1979;10(1):117-27.
5. Wise HH, Fiebert I, Kates JL. EMG Biofeedback as Treatment for Patellofemoral Pain Syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984;6(2):95-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1984.6.2.95>

6. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Dec;50(8):1535-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.2106/00004623-196850080-00003>
7. Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M. Patellofemoral joint mechanics and pathology. 1. Functional anatomy of the patello-femoral joint. *J Bone Joint Surg Br.* 1976;58(3):287-90.
8. Grabiner MD, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(1):10-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-199401000-00004>
9. Tobin S, Gill Robinson G. The effect of McConnell's vastus lateralis inhibition taping technique on vastus lateralis and vastus medialis obliquus activity. *Physiother.* 2000;86(4):173-83. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)60960-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406(05)60960-1)
10. Cabral CMN, Melim AMO, Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em pacientes com síndrome fêmoro-patelar: comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. *Acta Ortop Bras.* 2008;16(3):180-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-78522008000300012>
11. Travnik L, Pernus F, Erzen I. Histochemical and morphometric characteristics of the normal human vastus medialis longus and vastus medialis obliquus muscles. *J Anat.* 1995;187(Pt 2):403-11.
12. Ribeiro DC, Loss JF, Cañeiro JPT, Lima CS, Martinez FG. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão de joelho em diferentes velocidades. *Acta Ortop Bras.* 2005;13(4):189-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-78522005000400008>
13. McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution. *Aust J Physiother.* 1986;32(4):215-23. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60654-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60654-1)
14. Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther.* 1990;70(9):561-5.
15. Sheehy P, Burdett RG, Irgang JJ, VanSwearingen J. An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(6):423-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1998.27.6.423>
16. Tang SF, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(10):1441-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.26252>
17. Stiene HA, Brosky T, Reinking MF, Nyland J, Mason MB. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24(3):136-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1996.24.3.136>
18. Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(3):159-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000300001>
19. Veiga PHA. Análise eletromiográfica como base para o tratamento das luxações recidivas da patela. *Fisioter Mov.* 2007;20(1):11-6.
20. Felício LR, Dias LA, Silva APMC, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Ativação muscular estabilizadora da patela e do quadril durante exercícios de agachamento em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(3):206-11.
21. Gramani-Say K, Pulzatto F, Santos GM, Vassimon-Barroso V, Siriani de Oliveira A, Bevilaqua-Grossi D, et al. Efeito da rotação do quadril na síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):75-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-3552006000100010>
22. Bevilaqua-Grossi D, Monterio V, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. *Acta Ortop Bras.* 2004;12(2):99-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-78522004000200005>
23. Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R, Sundelin G, Häger-Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(12):2043-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000099107.03704.AE>
24. Ribeiro ACS, Bevilaqua-Grossi D, Foerster B, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica e ressonância magnética do joelho de indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(3):221-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-3552010000300008>
25. Santos EP, Bessa SNF, Lins CAA, Marinho AMF, Silva KMP, Brasileiro JS. Atividade eletromiográfica do vasto medial obliquo e vasto lateral durante atividades funcionais em sujeitos com síndrome da dor patelofemoral. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(4):304-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-3552008000400009>
26. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, et al. European recommendations for surface electromyography: results of the Seniam project. Enschede: Roessingh Research and Development;1999.
27. Grelsamer RP, Klein JR. The biomechanics of the patellofemoral joint. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(5):286-98. DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1998.28.5.286>
28. Coqueiro KR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(6):596-603. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.03.001>
29. Correa CS, Silva BGC, Alberton CL, Wilhelm EN, Moraes AC, Lima CS, Pinto RS. Análise da Força Isométrica Máxima e do Sinal de EMG em Exercícios para os Membros Inferiores. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011;13(6):429-35.
30. Nobre TL. Comparação dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada na reabilitação da disfunção femoropatelar. *Fisioter Mov.* 2011;24(1):167-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502011000100019>
31. Fehr GL, Cliquet Junior A, Cacho EWA, Miranda JB. Efetividade dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada no tratamento da síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(2):66-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922006000200002>
32. Escamilla RF. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(1):127-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200101000-00020>
33. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(4):556-69. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199804000-00014>
34. Nunes CV, Monteiro V. Efeito do exercício isométrico de extensão do joelho associado à adução isométrica do quadril na atividade elétrica dos músculos vasto medial obliquo e vasto lateral obliquo em indivíduos com disfunção fêmoro-patelar. *Rev Bras Fisioter.* 2003;7(2):145-50.
35. Bessa SNF, Santos EP, Silveira RAG, Maia PHB, Brasileiro JS. Atividade eletromiográfica do vasto medial obliquo em portadoras da síndrome da dor patelofemoral. *Fisioter Pesq.* 2008;15(2):157-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-29502008000200008>