

# Atividade eletromiográfica do vasto medial oblíquo em portadoras da síndrome da dor patelofemoral

## *Electromyographic activity of the vastus medialis oblique muscle in female patients with patellofemoral syndrome*

Sâmia Najara Freitas Bessa<sup>1</sup>, Elielton Pedroza dos Santos<sup>1</sup>, Renata Augusta Gomes Silveira<sup>2</sup>, Paulo Henrique Barros Maia<sup>2</sup>, Jamilson Simões Brasileiro<sup>3</sup>

Estudo desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil

<sup>1</sup> Fisioterapeutas

<sup>2</sup> Graduandos em Fisioterapia na UFRN

<sup>3</sup> Prof. Dr. do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFRN

ENDEREÇO PARA

CORRESPONDÊNCIA

Sâmia N. F. Bessa  
R. Joca Soares 1858 Parque das Colinas  
59066-070 Natal RN  
e-mail:  
samianajara@yahoo.com.br

APRESENTAÇÃO

dez. 2007

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

abr. 2008

**RESUMO:** A síndrome da dor patelofemoral (SDPF) é uma das afecções que mais acometem a articulação do joelho. Embora sua etiologia não seja completamente conhecida, uma disfunção do músculo vasto medial oblíquo (VMO) tem sido apontada como possível fator desencadeante. Este estudo visou avaliar, por meio de eletromiografia, se algum exercício, dentre dez exercícios resistidos usuais, produz ativação seletiva do VMO, com vistas a sua utilização clínica. Vinte voluntárias do sexo feminino, sendo dez com SDPF ( $24,7 \pm 4,35$  anos) e dez saudáveis, controle ( $22,5 \pm 1,58$  anos), foram submetidas à avaliação eletromiográfica dos músculos VMO, vasto lateral longo e vasto lateral oblíquo (VLO) durante a realização de 10 exercícios, incluindo cadeia cinética aberta e fechada, em diferentes angulações do joelho e posições do quadril. Os resultados mostram que nenhum dos exercícios se revelou seletivo para o VMO, tendo alguns mostrado ativação seletiva do VLO. No grupo com SDPF observou-se menor atividade eletromiográfica de todos os vastos em oito dos dez exercícios propostos, quando comparado ao controle; observou-se ainda, no grupo SDPF, menor relação VMO/VLO (0,63) do que no grupo controle (0,82,  $p < 0,05$ ). Embora, dentre os propostos, nenhum exercício tenha se mostrado eficaz para promover a ativação seletiva do VMO, os exercícios de agachamento unipodal com rotação medial e lateral da tíbia mostraram-se mais indicados para sujeitos com SDPF.

**DESCRIPTORES:** Eletromiografia; Exercício; Músculo quadríceps; Síndrome da dor patelofemoral

**ABSTRACT:** The patellofemoral pain syndrome (PFPS) is among the most common knee pathologies. Although its etiology is not fully known, a dysfunction of the vastus medialis oblique (VMO) muscle has been pointed out as a possible cause. This study aimed at assessing, by means of electromyography, whether one or more, among ten usual resisted exercises, might produce VMO selective activation, in view of its clinic application. Twenty female volunteers, ten with PFPS (aged  $24.7 \pm 4.35$ ) and ten healthy ones (aged  $22.5 \pm 1.58$ ) were submitted to electromyographic evaluation of VMO, vastus lateralis longus and vastus lateralis oblique (VLO) muscles during ten exercises, including open and closed kinetic chain, at different degrees of knee flexion and of hip positions. None of the exercises showed to be selective for VMO activation, but some showed selective activation of the VLO. In the PFPS group all vastii showed lesser electromyographic activity than control group, in eight of the ten exercises; the VMO/VLO ratio was also lower (0.63) in PFPS group than in control (0.82,  $p < 0.05$ ). Although none of the proposed exercises showed efficient to promote VMO selective activation, squatting on one foot, with medial and lateral tibia rotation, seemed appropriate for treating PFPS.

**KEY WORDS:** Electromyography; Exercise; Quadriceps muscle; Patellofemoral pain syndrome

## INTRODUÇÃO

A síndrome da dor patelofemoral (SDPF) é umas das desordens mais comuns no joelho, sendo geralmente manifestada por dor localizada na região anterior e/ou retropatelar<sup>1</sup>. Essa patologia, comum em adolescentes e atletas de ambos os sexos<sup>2,3</sup>, é mais freqüente no sexo feminino: representa 33% das patologias de joelho entre mulheres e 17% dessas patologias no sexo masculino<sup>4</sup>. A dor pode ser desencadeada por alguma atividade da vida diária, como ajoelhar-se ou sentar-se por tempo prolongado, subir e descer escadas e agachar-se. Em todos esses casos ocorre uma força compressiva na articulação patelofemoral, responsável pela sensação dolorosa<sup>5</sup>.

Apesar de bastante comum, a SDPF ainda tem etiologia desconhecida, embora alguns autores relatem alterações biomecânicas dos membros inferiores como principal causa. Dentre essas alterações destacam-se as relacionadas ao equilíbrio estático, como pronação subtalar excessiva, aumento do ângulo Q, torção tibial externa, retração do retináculo lateral e comportamento patelar inadequado<sup>6</sup>. Alguns autores apontam ainda a relação da rotação do quadril na atividade do vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL)<sup>5,7</sup>. Uma das características mais comuns da SDPF é a insuficiência ou desequilíbrio entre os estabilizadores dinâmicos mediais e laterais da patela, causando um deslizamento e mau alinhamento patelar<sup>8,9</sup>.

Sabe-se que o vasto medial (VM) é dividido em duas porções, o vasto medial longo (VML) e o vasto medial oblíquo (VMO), sendo este inserido no bordo súpero-medial da patela, atuando assim na medialização desta<sup>10</sup>. O vasto lateral (VL), por sua vez, também é apresentado em alguns estudos com duas divisões: o vasto lateral longo (VLL) e o oblíquo (VLO)<sup>5,6</sup>. As fibras do VLO têm sua inserção inferior e lateral ao tendão do VLL, unindo-se com este na borda súpero-lateral da patela<sup>11</sup>.

A atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VLL tem sido bastante estudada em cadeia aberta nos

diferentes ângulos de flexão de joelho e posicionamento da perna<sup>2,8,12-15</sup>. No entanto, poucos autores<sup>11,16</sup> estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VLO em indivíduos normais, encontrando diferenças na ativação dessas porções.

Na tentativa de restabelecer o equilíbrio da estabilização patelar, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos para encontrar um exercício capaz de promover ativação seletiva do VMO e, assim, poder ser utilizado no tratamento clínico da SDPF<sup>5,7,17,18,20</sup>. Porém tais estudos mostram divergência nos resultados: alguns relatam não haver seletividade do VMO durante a realização de exercícios resistidos, como os estudos de Serrão *et al.*<sup>5</sup> e Gramani-Say *et al.* (2006)<sup>19</sup> – que avaliaram a ativação desses músculos durante exercícios resistidos com diferentes posicionamentos de rotação do quadril; e outros, como o estudo de Coqueiro *et al.*<sup>18</sup>, não encontraram ativação seletiva do VMO nos exercícios de semi-agachamento com e sem adução do quadril, ocorrendo, no entanto, maior equilíbrio entre a ativação do VM e do VL no agachamento associado com adução do quadril.

Pesquisas envolvendo sujeitos com e sem SDPF avaliando a atividade eletromiográfica do VMO e VLO poderiam apresentar resultados mais precisos quanto ao tratamento dessa patologia, uma vez que esses músculos são apontados em alguns estudos como antagonistas na estabilização patelar<sup>11</sup>. Levando em consideração a falta de consenso na literatura sobre a ação dos exercícios resistidos no recrutamento seletivo do VMO, o presente estudo visou avaliar, por meio de eletromiografia, se algum exercício, dentre dez exercícios comumente usados na prática clínica, era capaz de produzir em indivíduos com SDPF uma ativação seletiva do VMO.

## METODOLOGIA

O estudo foi um ensaio clínico randomizado controlado cego, realizado entre os meses de dezembro de 2006 e abril de 2007, no Hospital Universitário da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

Optou-se por estudar voluntárias do sexo feminino devido às grandes diferenças biomecânicas entre os sexos<sup>9</sup> e a maior incidência dessa patologia entre mulheres<sup>8</sup>. Foram selecionadas dez mulheres saudáveis entre as estudantes do curso de Fisioterapia para o grupo controle e dez pacientes de um hospital e clínicas locais para o grupo experimental. As voluntárias do grupo controle não podiam referir história de dor na articulação do joelho, nenhuma história de doença, cirurgia, trauma ou lesão do sistema osteomioarticular do membro inferior<sup>21</sup>. Cada voluntária foi submetida à avaliação física para se descartar a presença de dor e outras patologias na articulação do joelho, sendo o membro inferior dominante avaliado nesse grupo. Os critérios de inclusão no grupo experimental foram diagnóstico médico de SDPF, sem lesões associadas de joelho; e relatar dor em pelo menos duas das seguintes atividades: subir e descer escadas, agachar, ajoelhar-se, permanecer sentada por tempo prolongado, pular e correr. A dor deveria ser de início insidiosa, não-traumática e referida, na articulação femoropatelar na última semana, como pelo menos 2 cm em escala visual analógica. Caso apresentassem dor no joelho bilateralmente, o joelho com maior dor referida subjetivamente foi avaliado. Não foram incluídas voluntárias com história de cirurgia no membro inferior, subluxação ou deslocamento patelar, evidência clínica de lesão meniscal, patelar e/ou ligamentar, ou que haviam realizado tratamento fisioterápico prévio no último semestre.

As 20 voluntárias formaram assim dois grupos: o grupo controle com 10 mulheres saudáveis (média de idade 22,5±1,58 anos; peso médio 52,1±7,18 Kg e altura média 1,61±0,06 m); e o grupo experimental, com 10 mulheres com SDPF (média de idade 24,7±4,35 anos; peso médio 61,6±12,27 Kg e altura média 1,66±0,06 m). A análise estatística utilizando o teste t de Student não revelou diferenças antropométricas entre os grupos.

Todas as voluntárias foram previamente informadas sobre os objetivos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido; o

estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes, da UFRN.

### Instrumentos

Foi utilizado um módulo condicionador de sinais de 4 canais (EMG System do Brasil Ltda.) interfaceado com um microcomputador, que recebeu o sinal eletromiográfico e o armazenou em arquivo, além do *software* AqDados® (v. 5.0) para análise digital de sinais. Foram utilizados, para a captação da atividade elétrica dos músculos, eletrodos ativos de superfície diferencial simples (EMG System do Brasil Ltda.), compostos por duas barras paralelas retangulares de Ag/AgCl, e um eletrodo de referência tipo garra. O ganho foi de 1000 vezes, sendo 20 no eletrodo ativo e 50 no conversor A/D. A taxa de aquisição do sinal foi de 1000 Hz, sendo passado um filtro entre 20-500 Hz. Um goniômetro universal foi utilizado para monitorar a amplitude da articulação do joelho em todos os exercícios propostos no estudo. Um dinamômetro isocinético (Medisa®, Espanha) foi utilizado na realização dos exercícios de cadeia cinética aberta (CCA).

### Procedimentos

Todas as voluntárias foram submetidas a uma avaliação clínica prévia, considerando os critérios de inclusão. O estudo consistiu em propor à voluntária um exercício uma vez, solicitar-lhe que mantivesse a posição em contração voluntária máxima durante 5 segundos e medir a atividade eletromiográfica dos músculos VMO, VLO e VLL nessa posição.

Antes da realização dos exercícios as voluntárias foram submetidas a aquecimento em bicicleta estacionária por cinco minutos, com selim posicionado na altura do trocânter maior do fêmur e sem resistência; em seguida foi realizado alongamento passivo do quadríceps femoral, isquiotibiais, tríceps sural e adutores (duas séries de alongamentos sustentados por 30 segundos, com intervalo entre as séries de um minuto).

Antes da avaliação eletromiográfica as voluntárias foram submetidas à preparação da pele com tricotomização e limpeza da área com álcool a 70%. Os eletrodos foram untados com gel condutor e fixados sobre os pontos motores do VMO, VLO e VLL com fita adesiva e reforçados com tiras de velcro, para evitar seu deslocamento durante a realização dos procedimentos. Os eletrodos para o VMO e para o VLL foram posicionados segundo os critérios do Seniam<sup>\*22</sup>. O posicionamento dos eletrodos no VLO foi o mesmo utilizado por Bevilacqua-Grossi et al.<sup>11</sup>, a 2,2 cm do epicôndilo lateral do fêmur entre o início e meio do ventre muscular do VLO, com uma inclinação de 50°. O eletrodo de referência, também untado com gel condutor, foi posicionado sobre o maléolo medial do membro contralateral.

As voluntárias realizaram cada exercício uma única vez, para evitar os efeitos de fadiga e/ou aprendizagem motora, sendo a posição mantida por cinco segundos, com um intervalo de um minuto entre os exercícios. Foram desprezados o primeiro e o último segundo de coleta visando melhor análise do sinal com a respectiva atividade elétrica. Os exercícios propostos foram:

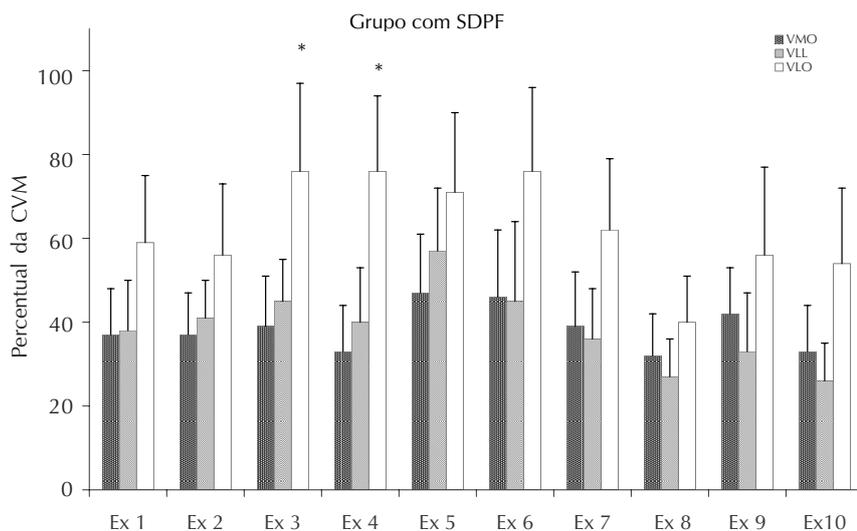
- 1 Extensão isométrica voluntária máxima com o joelho a 60°, tíbia em rotação neutra;
- 2 Extensão isocinética de joelho dos últimos 30° em CCA, com tíbia em rotação neutra;
- 3 Extensão isocinética de joelho dos últimos 30° em CCA, com rotação medial de tíbia;
- 4 Extensão isocinética de joelho dos últimos 30° em CCA, com rotação lateral de tíbia;
- 5 Extensão isocinética de joelho dos últimos 60° em CCA, com tíbia em rotação neutra;
- 6 Extensão isocinética de joelho dos últimos 90° em CCA com tíbia em rotação neutra;
- 7 Agachamento unipodal (sobre o membro a ser testado) apoiado na bola-suíça até 45° de flexão do joelho, com tíbia em rotação neutra;
- 8 Agachamento unipodal (sobre o membro a ser testado) apoiado na bola-suíça até 45° de flexão do joelho, com rotação medial de tíbia;
- 9 Agachamento unipodal (sobre o membro a ser testado) apoiado na bola-suíça até 45° de flexão do joelho, com rotação lateral de tíbia;
- 10 Agachamento com bola-suíça sustentado até 45° de flexão do joelho, posição neutra, com adução isométrica contra resistência de uma bola.

O sinal eletromiográfico foi normalizado em cadeia cinética aberta pela contração voluntária máxima (CVM), com o joelho da participante posicionado a 60° de flexão (considerando-se zero a extensão completa), já que esse ângulo tem demonstrado gerar o maior torque isométrico do joelho<sup>23</sup>.

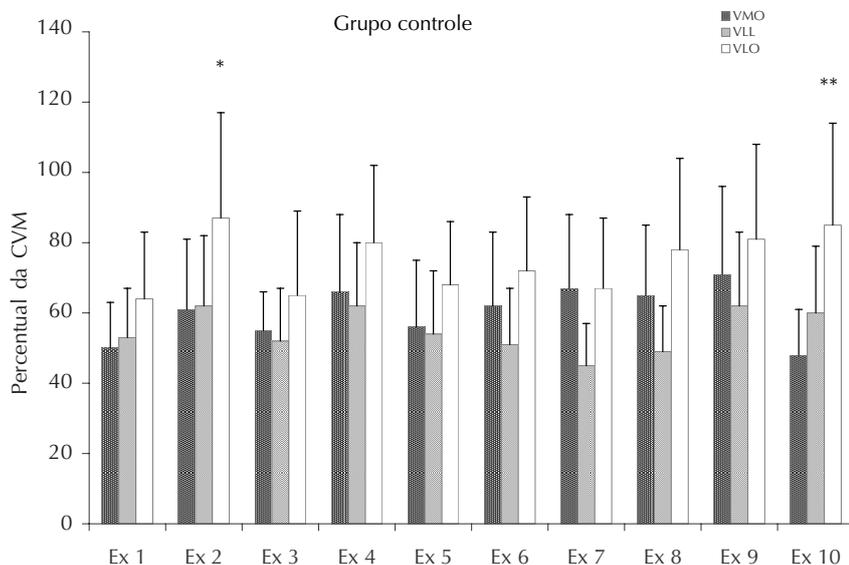
Após ampla revisão da literatura, os exercícios foram selecionados e confrontados com a prática clínica, sendo avaliados como os mais usados para se obter uma ativação seletiva do VMO em sujeitos com SDFP. A ordem destes foi aleatória para cada voluntária, com o intuito de não gerar fadiga nem aprendizado motor, sendo os exercícios em CCA realizados no dinamômetro isocinético (a 30°/s); as voluntárias foram estabilizadas na cadeira por meio de cintos de velcro nas regiões torácica e pélvica. Os exercícios de agachamento foram realizados com auxílio da bola-suíça, visando aumentar a instabilidade e facilitar o deslizamento do sujeito até a angulação desejada, o que aumenta o nível de atividade muscular nos membros inferiores.

Todas as voluntárias foram instruídas sobre a forma de realizar cada exercício e receberam um comando para iniciar a contração logo após o

\* Seniam, ou Surface electromyography for the non-invasive assessment of muscles (Eletromiografia de superfície para avaliação não-invasiva de músculos), é um projeto da União Européia para padronização da metodologia de utilização de eletromiografia.



**Gráfico 1** Atividade eletromiográfica dos músculos VMO, VLL e VLO no grupo controle durante os exercícios propostos (\* $p < 0,05$ ). CVM = Contração voluntária máxima; Ex = Exercício; Ex 1= Extensão isométrica máxima com joelho a 60°; Exs 2,3 e 4 = Extensão isocinética de joelho dos últimos 30°, com tibia em rotação neutra, medial e lateral; Exs 5 e 6 = Extensão isocinética de joelho dos últimos 60° e 90°, tibia neutra; Exs 7, 8 e 9 = Agachamento unipodal com tibia em rotação neutra, medial e lateral; Ex 10 = Agachamento com adução isométrica.



**Gráfico 2** Atividade eletromiográfica dos músculos VMO, VLL e VLO no grupo com SDPF durante os exercícios propostos (\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ). SDPF = Síndrome da dor patelofemoral; CVM = Contração voluntária máxima; Ex = Exercício; Ex 1= Extensão isométrica máxima com joelho a 60°; Exs 2,3 e 4 = Extensão isocinética de joelho dos últimos 30°, com tibia em rotação neutra, medial e lateral; Exs 5 e 6 = Extensão isocinética de joelho dos últimos 60° e 90°, tibia neutra; Exs 7, 8 e 9 = Agachamento unipodal com tibia em rotação neutra, medial e lateral; Ex 10 = Agachamento com adução isométrica.

eletromiógrafo ser acionado. Durante todo o experimento foi oferecido comando verbal solicitando contração voluntária máxima.

## Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o software SPSS® 14.0. A normalização dos dados foi verificada pelos procedimentos da estatística descritiva utilizando-se o teste de Shapiro-Wilks. A relação VMO/VLO expressa a média entre os valores obtidos em todos os exercícios avaliados; foi calculada para cada grupo. A análise foi realizada por testes paramétricos. A diferença entre os vastos foi calculada utilizando-se uma ANOVA com o valor de RMS normalizado, seguido pelo teste de Tukey, quando indicado. Em todas as análises foi adotado o nível de significância  $p = 0,05$ .

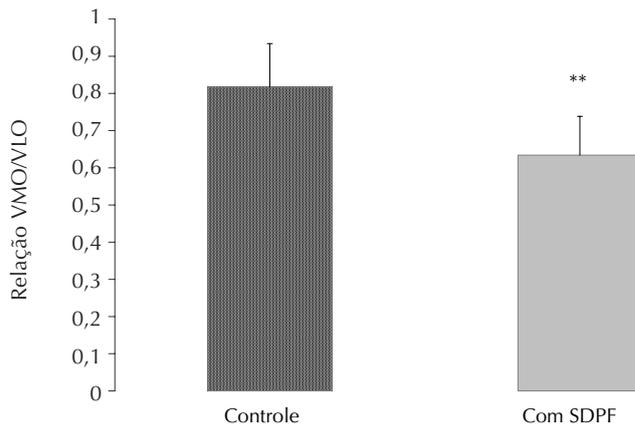
## RESULTADOS

O estudo mostrou que a atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VLO é menor no grupo com SDPF em oito dos dez exercícios avaliados (Gráfico 1), quando comparada à do grupo controle (Gráfico 2).

Observando-se os gráficos, percebe-se que não foi encontrado, em qualquer dos exercícios avaliados, um que proporcionasse recrutamento seletivo para o VMO. Houve porém ativação seletiva do VLO nos exercícios 2 ( $p = 0,02$ ) e 10 ( $p = 0,004$ ) no grupo controle e nos exercícios 3 ( $p = 0,05$ ) e 4 ( $p = 0,03$ ) entre as voluntárias com SDPF.

Constatou-se ainda que há maior ativação do VLO em relação ao VMO entre sujeitos saudáveis e com SDPF: a razão VMO/VLO no grupo controle foi de  $0,82 \pm 0,12$  e, no grupo SDPF,  $0,63 \pm 0,10$  ( $p = 0,002$ , Gráfico 3).

A relação VMO/VLL encontra-se próxima de um, sendo de  $1,10 \pm 0,2$  para os sujeitos saudáveis e de  $1,01 \pm 0,17$  para os portadores de SDPF, não se encontrando resultado estatisticamente significativo para a ativação seletiva desses músculos.



**Gráfico 3** Relação VMO/VLO (média entre os valores obtidos em todos os exercícios) no grupo controle e no grupo com síndrome da dor patelofemoral (SDPF) (\*\* $p < 0,01$ )

## DISCUSSÃO

Segundo Sperandei<sup>24</sup>, a ativação seletiva do VMO é entendida como uma maior solicitação desse músculo em relação ao vasto lateral durante a execução de um dado exercício. Neste estudo, não foi encontrado exercício algum, dentre os propostos, que proporcionasse ativação seletiva do VMO. Esse achado coincide com o de Ribeiro et al.<sup>25</sup> que, ao utilizarem exercícios resistidos de extensão de joelho em diferentes velocidades, não encontraram maior ativação do VMO em caso algum.

No presente estudo foi observada, em alguns exercícios, ativação seletiva do VLO (no grupo controle os exercícios 2 e 10 e, no experimental, os exercícios 3 e 4). Com relação à maior ativação do VLO no exercício 10, há uma discordância com os achados de Coqueiro et al.<sup>18</sup>, que também avaliaram mulheres com a síndrome e encontraram maior ativação do VMO e VLL durante realização do mesmo exercício, comparado ao agachamento sem adução. É provável que essa diferença se deva ao posicionamento dos eletrodos no VMO e VLL ou, ainda, pelo fato de o referido estudo não ter avaliado a atividade eletromiográfica do VLO.

No presente estudo em portadoras da síndrome, o achado de exercícios que priorizaram o recrutamento do VLO – 3 e 4, de extensão do joelho

com rotação medial e lateral da tibia – coincidem com os de Mirzabeigi et al.<sup>17</sup> e de Bevilaqua-Grossi et al.<sup>11</sup>, segundo os quais os últimos graus de extensão não promovem a ativação seletiva do VMO, o que contribui para um mau alinhamento patelar – o que, no presente estudo, foi acentuado pela maior ativação do VLO. Assim, reforça-se a idéia de que os exercícios de extensão do joelho nos últimos graus, por promoverem maior ativação do VLO, não devam ser utilizados no tratamento de pacientes com SDPF.

Observaram-se ainda valores mais baixos da relação VMO/VLO no grupo experimental, o que é reforçado por outros estudos segundo os quais o desequilíbrio muscular entre os estabilizadores dinâmicos da patela poderiam predispor à SDPF<sup>26-30</sup>. Nos exercícios 8 e 9 – de agachamento com rotação medial e lateral da tibia –, a relação VMO/VLO nas voluntárias com SDPF foi próxima àquela encontrada nas saudáveis, mostrando esses exercícios com melhor relação VMO/VLO (levando-se em consideração a média de 0,81 como normal) serem os mais indicados para o tratamento de pacientes com SDPF.

A diferença entre os valores encontrados para os dois grupos sugere que não há validade em aplicar conhecimentos retirados de pesquisas com sujeitos saudáveis em portadoras da SDPF. Isso ocorre devido à diferença de comportamento de ativação muscular: um exercício que pareceria ser

benéfico quando estudado em pessoas saudáveis, na verdade iria aumentar o desequilíbrio muscular na presença de uma patologia.

Bevilaqua-Grossi et al.<sup>11</sup>, ao avaliar sujeitos saudáveis, encontraram uma maior ativação do VMO e VLO quando comparados ao VLL durante exercício resistido, dado este que apóia o presente estudo, onde foi encontrada a mesma relação nos sujeitos saudáveis. Porém, em portadores da SDPF, a ativação do VMO é próxima à do VLL; e a do VLO encontra-se estatisticamente mais elevada. Isso reforça a idéia do VLO como estabilizador lateral da patela, em virtude de sua maior atividade quando comparado às demais porções dos vastos em pessoas com SDPF, sendo responsável pelo o mau alinhamento patelar.

O presente estudo também sugere que, mesmo em sujeitos assintomáticos, a relação VMO/VLO é menor que um (0,82), apresentando-se uma relação ainda menor (0,69) nos portadores da SDPF. Sugerimos que novos estudos sejam realizados, com uma amostra maior, para verificar o valor da relação VMO/VLO em diversas atividades, de modo a se poder estabelecer a real relação entre esses músculos na dinâmica normal de estabilização patelar.

## CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou não haver exercício seletivo para o VMO dentre os avaliados. No entanto, enfatizou a ação do VLO como antagonista do VMO na estabilização da patela, sendo este um importante fator no surgimento da SDPF. Assim, para o tratamento da SDPF o que se deve procurar não é o exercício em que o VMO apresente maior amplitude de ativação e sim aquele que ofereça uma razão VMO/VLO mais próxima de um, com conseqüente maior estabilidade ativa da patela. Dessa forma, dentre os exercícios propostos, os de agachamento unipodal com rotação medial e lateral da tibia foram os que mais se aproximaram dessa relação, sugerindo que sejam os mais recomendados para o tratamento da SDPF.

## REFERÊNCIAS

- 1 Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med.* 2002;30(3):447-56.
- 2 Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther.* 1995;75:672-83.
- 3 Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2002;10:69-75.
- 4 Grabiner MD, Koh TJ, Miller GF. Fatigue rates of vastus medialis oblique and vastus lateralis during static and dynamic knee extension. *J Orthop Res.* 1991;9:391-7.
- 5 Serrão FV, Cabral CMN, Berzin F, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press. *Phys Ther Sports.* 2005;6:15-23.
- 6 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.
- 7 Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of VMO and VL during dynamic minisquat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001;11:381-6.
- 8 Souza DR, Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus/ vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys Ther.* 1991;71(4):310-20.
- 9 Powers CM. Patellar kinematics, part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther.* 2000;80:956-64.
- 10 Lefebvre R, Leroux A, Poumarat G, Galtier B, Guillot M, Vanneville G, et al. Vastus medialis: anatomical and functional considerations and implications based upon human and cadaveric studies. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29(2):139-44.
- 11 Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Berzin F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. *Acta Ortop Bras.* 2004;12(2):99-104.
- 12 Boucher JP, King MA, Lefebvre R, Pepin A. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 1992;20:527-32.
- 13 Cabral CMN, Serrão FV, Berzin F, Gardelim RJB, Gil IA, Bevilaqua-Grossi D. Atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo durante exercícios isométricos e isotônicos. *Rev Fisioter Univ São Paulo.* 1998;5(2):97-103.
- 14 Fonseca ST, Cruz ABC, Lima SS, Seixas AFM. Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral em exercícios usados no tratamento da síndrome da dor patellofemoral. *Rev Fisioter Univ São Paulo.* 2001;8(1):1-10.
- 15 Monteiro-Pedro V, Vitti PM, Berzin F, Bevilaqua-Grossi D. Electromyographic activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles in hip adduction and knee extension exercises. *Braz J Morphol Sci.* 1997;14:19-23.
- 16 Morrish GM, Woledge RC. A comparison of the activation of muscles moving the patella in normal subjects and in patients with chronic patellofemoral problems. *Scand J Rehabil Med.* 1997;29:43-8.
- 17 Mirzabeigi E, Jordan C, Gronley JAK, Rockowitz NL, Perry J. Isolation of the vastus medialis oblique muscle during exercise. *Am J Sports Med.* 1999;27(1):50-3.
- 18 Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Berzin 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;15:596-603.
- 19 Gramani-Say K, Pulzatto F, Santos GM, Vassimon-Barroso V, Siriane AO, Bevilaqua-Grossi D, et al. Efeito da rotação do quadril na síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):74-80.
- 20 Brasileiro JS, Pereira FS, Bessa SNF, Santos EP, Silveira RAG, Lins CAA, et al. Influência de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada no recrutamento do músculo vasto medial oblíquo. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, São Pedro, maio-jun 2007. Anais. São Paulo: Tec Art, 2007.
- 21 Pulzatto F, Gramani-Say K, Siqueira ABC, Santos GM, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS, et al. A influência da altura do step no exercício de subida posterior: estudo eletromiográfico em indivíduos sadios e portadores da síndrome de dor femoropatelar. *Acta Ortop Bras.* 2005;13(4):168-70.
- 22 Hermens DH, Freriks B. European recommendations for surface electromyography: results of the Seniam project. Enschede (The Netherlands): Seniam/Biomed II/ European Union; 1999. Disponível em: [www.seniam.org](http://www.seniam.org).

## Referências (cont.)

---

- 23 Pincivero DM, Green RC, Mark JD, Campy RM. Gender and muscle differences in EMG amplitude and median frequency, and variability during maximal voluntary contractions of the quadriceps femoris. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10:189-96.
- 24 Sperandei S. O mito da ativação seletiva do músculo vasto medial. *Rev Bras Ciencia Mov.* 2005;13(1):109-16.
- 25 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.
- 26 Tang SFT, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercise in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1441-5.
- 27 McGinty G, Irrgang JJ, Pezzullo D. Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. *Clin Biomech.* 2000;15:160-6.
- 28 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.
- 29 Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Simultaneous feedforward recruitment of the vasti in untrained postural tasks can be restored by physical therapy. *J Orthop Res.* 2003;21:553-8.
- 30 Callaghan MJ, McCarthy CJ, Oldham JA. Electromyographic fatigue characteristics of the quadriceps in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther.* 2001;6:27-33.