

Atividade eletromiográfica do vasto medial oblíquo e vasto lateral durante atividades funcionais em sujeitos com síndrome da dor patelofemural

Electromyographic activity of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscles during functional activities in subjects with patellofemoral pain syndrome

Santos EP, Bessa SNF, Lins CAA, Marinho AMF, Silva KMP, Brasileiro JS

Resumo

Objetivo: O propósito deste estudo foi avaliar a amplitude e o tempo de ativação elétrica do vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo (VLO) durante atividades funcionais em portadoras da síndrome da dor patelofemural (SDPF). **Métodos:** Participaram do estudo 20 mulheres, sendo dez do grupo controle e dez do grupo com SDPF. O sinal eletromiográfico do quadríceps foi detectado por eletrodos ativos diferenciais simples de superfície e um eletromiógrafo de quatro canais, durante atividades em cadeia cinética aberta (em um dinamômetro isocinético) e fechada (através de um step e durante o agachamento). Na análise estatística foram utilizados o teste *t* de *student* e uma análise de variância (ANOVA), com método pos-hoc de Tukey, com nível de significância de $p \leq 0,05$. **Resultados:** Os resultados sugerem uma menor intensidade na atividade elétrica do VMO em relação ao VLO ($p=0,04$) e maior retardo no tempo de ativação do VMO ($p=0,0023$) no grupo com SDPF considerando todas as atividades avaliadas. Houve diferença significativa do VMO em relação ao VLO nas atividades de extensão isocinética à $30^\circ/s$ ($p=0,042$) e descida do step com 75° de flexão de joelho ($p=0,038$) no grupo com SDPF, e nas atividades de levantar-se de um banco ($p=0,041$), salto unipodal ($p=0,046$) e elevação dos calcanhares ($p=0,004$) no grupo controle. **Conclusões:** Nas condições experimentais realizadas, o estudo sugere um desequilíbrio na atividade elétrica e um padrão de recrutamento anormal entre os músculos VMO, VLL e VLO em sujeitos com SDPF, com maior retardo e menor amplitude de ativação do VMO neste grupo de sujeitos.

Palavras-chave: eletromiografia; músculo quadríceps; atividades funcionais; síndrome da dor patelofemural.

Abstract

Objective: The purpose of this study was to evaluate the amplitude and onset of electrical activation of the vastus medialis obliquus (VMO), vastus lateralis longus (VLL) and vastus lateralis obliquus (VLO) during functional activities in individuals with patellofemoral pain syndrome (PFPS). **Methods:** Twenty women participated in the study: ten in a control group and ten in the group with PFPS. The electromyographic signal of the quadriceps muscle was detected using simple active differential surface electrodes and a four-channel electromyography system, during open kinetic chain activities (using an isokinetic dynamometer) and closed kinetic chain activities (step and squat maneuvers). For the statistical analysis, Student's *t* test and ANOVA with Tukey's post-hoc method were used, with a significance level of $p \leq 0.05$. **Results:** The results suggested that the electrical activation of the VMO was less intense than in the VLO ($p=0.04$) and that there was greater delay in VMO onset ($p=0.0023$) in the group with PFPS, with regard to all of the functional activities evaluated. There was a significant difference between the VMO and VLO in relation to the activities of isokinetic extension at $30^\circ/s$ ($p=0.042$) and step down with knee flexion at 75° ($p=0.038$) in the group with SDPF, and in the activities of rising from a bench ($p=0.041$), single-leg hop ($p=0.046$) and heel raising ($p=0.004$) in the control group. **Conclusions:** Under the experimental conditions used, this study suggests that there is an imbalance in the electric activity and abnormal recruitment patterns among the VMO, VLL and VLO muscles in individuals with PFPS, with greater delay and lower amplitude of activation of the VMO in this group.

Key words: electromyography; quadriceps muscle; functional activities; patellofemoral pain syndrome.

Recebido: 27/07/07 – Revisado: 05/12/07 – Aceito: 12/06/08

Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil

Correspondência para: Jamilson Simões Brasileiro, Avenida Jaguarari, 5.250, Bloco A, apto. 801, Candelária, CEP 59065-500, Natal (RN), Brasil, e-mail: brasileiro@ufrnet.br

Introdução

O joelho é considerado uma das articulações mais lesionadas na prática esportiva¹. Por ser incapaz de dissipar as forças excessivas, torna-se suscetível à lesão e ao desenvolvimento de enfermidades resultante da absorção dessas forças². Dentre a grande variedade de patologias nesta articulação, a síndrome da dor patelofemural (SDPF) é a mais comum³, compreendendo 25% dos diagnósticos nas clínicas ortopédicas^{4,5} e 30 a 33% dos casos na medicina esportiva e nos centros de reabilitação^{2,6}. Estas desordens envolvem o mecanismo extensor do joelho, sendo caracterizada por dor difusa anterior ou retropatelar, comumente referida após a realização de atividades como subir ou descer escadas, ajoelhar-se, agachar-se, permanecer muito tempo na posição sentada e durante a prática de atividades esportivas^{2,7,8}. Atinge um em cada quatro indivíduos⁹, afetando mais comumente adolescentes e adultos jovens de 15 a 35 anos^{9,10}, principalmente atletas do sexo feminino^{3,5,11}.

Apesar dos fatores etiológicos não serem claros, alguns pesquisadores relacionam o surgimento das disfunções patelofemorais com alterações anatômicas e biomecânicas do membro inferior ou restrição de tecidos moles (desequilíbrio estático), assim como distúrbio muscular do joelho (desequilíbrio dinâmico)^{3,12}. Dentre estas alterações, o desequilíbrio dinâmico tem sido estudado por vários autores relacionando o surgimento do padrão anormal do alinhamento patelar com uma alteração na atividade dos estabilizadores mediais e laterais da articulação patelofemural, os músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL)^{13,14} e o vasto lateral oblíquo (VLO)^{2,4,5,15}. Outros estudos têm mostrado a influência da rotação do quadril no padrão de recrutamento dos músculos VMO e vasto lateral (VL)^{16,17}.

A atividade eletromiográfica do VMO e VL em portadores da SDPF tem sido bastante investigada em exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e fechada (CCF), porém poucos estudos têm observado a intensidade e o tempo de ativação muscular em atividades funcionais. Alguns autores sugerem não existir alterações espaciais (amplitude de ativação)¹⁸⁻²² ou temporais (tempo de início de ativação)^{7,9,19-21} no padrão eletromiográfico do músculo (m.) quadríceps femoral durante tarefas funcionais. Por outro lado, pesquisas comparando sujeitos com e sem disfunções patelofemorais observaram alterações espaciais do VMO e/ou VL em atividades de step ou subir e descer degraus^{2,12,23}, caminhar na esteira²⁴ ou com o tapping do tendão patelar²⁵, bem como uma assincronia no padrão de ativação muscular em tarefas de step², step associado ao tapping terapêutico patelar^{22,26}, ficar na ponta dos pés e sobre os calcanhares²⁷, e atividades de caminhar na esteira em superfície plana e inclinada^{24,28}.

Apesar de estudos investigarem a atividade mioelétrica do m. quadríceps femoral de sujeitos sem e com SDPF em tarefas funcionais, não há consenso na literatura quanto às alterações

no padrão de ativação das três porções deste músculo. Aliado a isso, existe uma escassez de trabalhos científicos que avaliaram o papel do VLO na estabilização patelar.

Diante do exposto, a proposta deste estudo foi investigar o padrão de recrutamento do VMO, VLL e VLO no controle patelar em portadoras da SDPF, analisando a intensidade e o tempo de início de atividade elétrica (onset) durante a realização de atividades funcionais.

Materiais e métodos

Caracterização do estudo

O estudo foi um ensaio clínico randomizado controlado cego, realizado entre dezembro de 2006 e abril de 2007 no laboratório de eletromiografia de um hospital local.

Sujeitos

Vinte sujeitos do sexo feminino, sedentárias ou que não praticavam atividade física regular (mais de três vezes por semana) fizeram parte do estudo. As voluntárias foram divididas em dois grupos, sendo dez clinicamente assintomáticas (22,4 anos±1,65; 51,3kg±6,77; 1,60m±0,06) e dez com diagnóstico clínico de SDPF (24,7 anos±4,35; 61,6kg±12,27; 1,66m±0,05). Os testes estatísticos não revelaram diferença antropométrica entre os grupos avaliados. O estudo avaliou apenas indivíduos do sexo feminino, considerando as diferenças biomecânicas entre os sexos e a maior incidência da patologia⁴. Nos sujeitos que apresentaram dor no joelho bilateralmente, aquele com maior dor referida foi o avaliado.

As voluntárias saudáveis foram selecionadas entre os acadêmicos do curso de fisioterapia de uma universidade pública, por meio de uma avaliação física constando de testes clínicos. As voluntárias com SDPF foram recrutadas de um hospital universitário e de três centros de reabilitação local, apresentando diagnóstico clínico realizado por seu médico ortopedista. Para os dois grupos foram realizadas uma avaliação de identificação e uma análise de condições de participação na pesquisa seguindo os critérios de inclusão e exclusão.

Os sujeitos do grupo com SDPF foram incluídos se apresentassem dor na região anterior ou retropatelar da articulação patelofemural, relatada em pelo menos duas das atividades funcionais: agachamento por tempo prolongado, subir e/ou descer escadas, permanecer muito tempo sentado, ajoelhar, correr, contrair isometricamente o quadríceps e praticar esporte⁷. Além disso, deveriam apresentar dor de pelo menos dois na escala visual analógica (EVA) presente na articulação patelofemural na semana anterior a da avaliação².

Estas voluntárias não poderiam apresentar história de cirurgia na articulação do joelho, subluxação ou deslocamento patelar, evidência clínica de lesão meniscal, processo inflamatório agudo, trauma ou dor em outra articulação do membro inferior avaliado, instabilidade ligamentar, patologia de tendão patelar, lesão condral, osteoartrite⁷, fazer uso de medicamentos ou ter realizado atendimento fisioterapêutico prévio no último semestre.

Foram incluídos no grupo controle as voluntárias que não apresentaram história de dor no joelho, nenhuma história de doença, cirurgia, trauma ou lesão do sistema osteomioarticular do membro inferior avaliado². As voluntárias deveriam, também, assinalar dor zero na EVA presente na articulação patelofemural no dia da avaliação e na semana anterior².

Todas as voluntárias foram previamente informadas sobre os objetivos da pesquisa e solicitadas a assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com as diretrizes da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes (CEP-HUOL), (Protocolo 017/06).

Instrumentos

Para o estudo foi utilizado um módulo condicionador de sinais de quatro canais (EMG System do Brasil Ltda.), interfaciado com um microcomputador que recebia o sinal eletromiográfico e o armazenava em arquivo, além de um software para análise digital de sinais, AqDados 5.0. Para a captação da atividade elétrica dos músculos, foram utilizados eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (Modelo EMG 800C, EMG System do Brasil Ltda, S. J. Campos, São Paulo, Brasil) compostos por duas barras paralelas retangulares de Ag/AgCl. Um eletrodo de referência, tipo garra, foi usado para eliminar interferências externas. O ganho do sinal foi de 1.000x, sendo 20 no eletrodo ativo e 50 no conversor A/D. A taxa de aquisição do sinal foi de 1.000Hz, sendo passado um filtro entre 20 a 500Hz. O sinal foi normalizado pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM), com o joelho a 60° de flexão.

Para determinar o onset da atividade muscular, inicialmente o sujeito foi orientado a permanecer no mais absoluto repouso muscular e o valor do root-mean-square (RMS) tomado como referência. Depois de solicitado o exercício, o início da atividade muscular foi encontrado quando o valor de referência ultrapassou três desvios-padrão (dp) do valor médio da linha de base, encontrado durante o repouso. Quando o valor excedeu a este limite, o tempo imediatamente anterior a este ponto (em milissegundos (ms)) foi considerado o início da atividade muscular. O tempo de coleta foi fixado em sete segundos, sendo reservados quatro segundos deste tempo para o registro da atividade de repouso. A magnitude da atividade muscular foi registrada pela área sob o envelope linear (a integral) durante a

atividade muscular. O envelope linear tem-se mostrado confiável para determinar a magnitude da ativação muscular durante atividades funcionais. A magnitude da atividade EMG durante as atividades foi calculada como percentuais da CIVM.

A amplitude de movimento da articulação do joelho foi mensurada por um goniômetro universal, posicionado com o braço fixo alinhado com o trocanter maior do fêmur e o eixo na região da interlinha articular do joelho. Um dinamômetro isocinético (Medina[®], modelo CE, Medisa, Madri, Espanha) foi usado para os exercícios de CCA. Para simular subir e descer degraus, foi usado um step de madeira, tipo gaveta, permitindo a regulagem de sua altura nos ângulos de 45 e 75° de flexão do joelho². Para simular a atividade de levantar-se de uma cadeira foi utilizado um banco, cuja altura favorecia a angulação de 90° de flexão de quadril e joelho.

Procedimentos

Inicialmente, as voluntárias realizaram aquecimento na bicicleta estacionária durante cinco minutos (selim posicionado na altura do trocanter maior do fêmur). Logo após, foram realizados alongamentos passivos sustentados de ísquios-tibiais, tríceps da perna, adutores da coxa e quadríceps femoral (duas séries de 30 segundos), com intervalo de 30 segundos.

Após os procedimentos iniciais, as voluntárias foram posicionadas no dinamômetro isocinético (tronco e quadril a 90° de flexão) e estabilizadas por cintos pélvico e axilar, com velcro. A pele da voluntária foi devidamente preparada no local dos eletrodos, sendo tricotomizada e limpa com álcool a 70%, a fim de reduzir a impedância tecidual. Os eletrodos foram untados com gel eletrocondutor e posicionados sobre o VMO, VLL e VLO do membro inferior avaliado e fixados por fita adesiva. Os eletrodos para o VMO e VLL foram posicionados de acordo com os padrões do Surface electromyography non-invasive assessment of muscles (Seniam)²⁹. Para o eletrodo do VLO foi traçada uma linha imaginária da espinha ilíaca ântero-superior ao centro da patela, sendo fixado no centro do seu ventre e aproximadamente 2,2cm do epicôndilo lateral do fêmur, com inclinação de 50°⁴. O eletrodo de referência foi posicionado sobre o maléolo medial do membro contralateral ao avaliado. Dois velcros (sobre a região dos eletrodos) foram utilizados para evitar deslocamento durante as atividades. As atividades avaliadas foram as seguintes:

1. extensão isométrica máxima no dinamômetro isocinético, com 60° de flexão de joelho;
2. extensão isocinética com o aparelho ajustado a 30°/s partindo de 60 até 0°;
3. agachamento sobre o membro avaliado, da posição de pé até 45° de flexão de joelho;

4. subida no step com 45° de flexão do joelho, iniciando com o membro avaliado;
5. descida do step com 45° de flexão do joelho, iniciando com o contralateral ao avaliado;
6. subida no step com 75° de flexão do joelho, iniciando com o membro avaliado;
7. descida do step com 75° de flexão do joelho, iniciando com o contralateral ao avaliado;
8. levantar-se de um banco sem apoio até a posição de pé;
9. salto unipodal, partindo de um batente (24cm de altura) até o solo;
10. elevação dos calcanhares do solo;
11. manter-se sobre os calcanhares.

As atividades seguiram uma seqüência aleatória, sorteadas para cada voluntária, sendo estas familiarizadas e orientadas a realizarem todas as tarefas funcionais naturalmente. Cada tarefa foi executada uma vez, com um minuto de intervalo entre elas. As atividades de CCA seguiram uma padronização de comando verbal, onde as voluntárias foram orientadas a realizar contração muscular voluntária máxima. Para as demais atividades, foi pedido que os gestos fossem iniciados e finalizados ao comando do pesquisador. Todas as atividades foram coletadas em um período de cinco segundos.

Análise estatística

A normalização dos dados foi verificada pelos procedimentos da estatística descritiva, utilizando-se o teste de Shapiro-Wilks. A análise foi realizada através dos testes paramétricos. A diferença entre os vastos foi realizada utilizando-se uma ANOVA com o valor de RMS normalizado, seguido pelo teste de Tukey, quando indicado. Para a verificação do onset entre os músculos do quadríceps, entre cada um dos exercícios, foi utilizado o teste *t* de Student para amostras independentes. Os dados foram analisados através do software Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 14.0. Em todas as análises foi adotado o nível de significância $p \leq 0,05$.

Resultados

Comparando os grupos, os resultados evidenciaram diferença significativa na relação de atividade elétrica VMO/VLO, onde o grupo controle apresentou média igual a 0,79 e o grupo com SDPF média de 0,66 ($p=0,04$), mostrando uma diminuição de intensidade do VMO em relação ao VLO em pessoas com SDPF (Figura 1). Os dados não mostraram diferença na relação VMO/VLL entre os grupos ($p \geq 0,05$).

Na comparação dos músculos em cada atividade no grupo controle, os dados revelaram diferença na relação VMO/VLO durante as atividades de número 8 ($p=0,041$), 9 ($p=0,046$) e 10

($p=0,004$) (Figura 2). Por outro lado, nos indivíduos com SDPF, os dados apontam diferença nas atividades de número 2 e 7 ($p=0,042$ e $p=0,038$, respectivamente) (Figura 3). Todas estas atividades apresentaram diferença com maior ativação do VLO.

Considerando os sujeitos em todas as tarefas funcionais, os resultados evidenciaram diferença significativa no onset relativo VMO-VLO entre os grupos ($p=0,0023$), o que revela um maior retardo no tempo de ativação do VMO em relação ao VLO, em portadores da SDPF (Figura 4).

Entretanto, não foi observada diferença no onset VMO-VLL ($p \geq 0,05$) em nenhuma das atividades, ao comparar ambos os grupos. Embora não fosse constatada diferença, ao considerar cada atividade isolada, os sujeitos com SDPF apresentaram um retardo no onset do VMO em relação ao VLO e antecipação ao VLL na grande maioria das atividades avaliadas.

Discussão

Relação da atividade eletromiográfica

Os resultados mostraram uma relação VMO/VLO significativamente menor no grupo com SDPF e uma relação VMO/VLL semelhante ao grupo controle, o que sugere uma ativação diferenciada dos músculos VLL e VLO, nos sujeitos com disfunção patelofemural. Estes resultados concordam com o trabalho de Pulzatto² que, estudando a influência de atividades de subida e descida de um step com 45 e 75° de flexão de joelho na atividade elétrica dos músculos VMO, VLL e VLO, relatou menores valores na relação VMO/VLO e nenhuma diferença na relação VMO/VLL nos portadores da SDPF.

Além de não ser encontrado na literatura e no referente estudo nenhuma atividade que priorize o músculo VMO⁸, estes resultados sugerem existir uma potencialização da

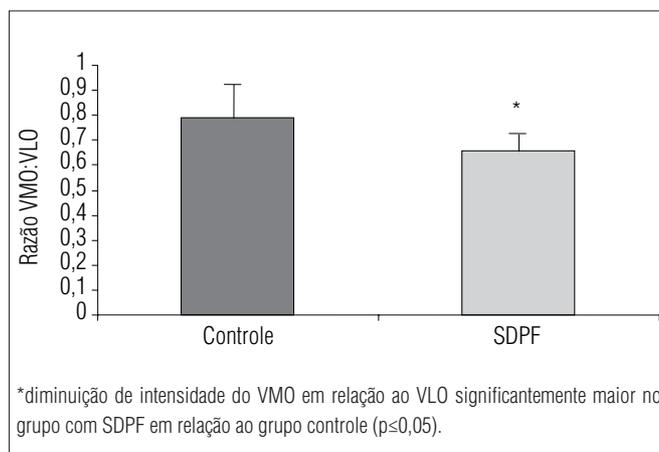


Figura 1. Média e desvio-padrão da relação vasto medial oblíquo (VMO)/vasto lateral oblíquo (VLO) durante as atividades funcionais avaliadas nos grupos controle e com síndrome da dor patelofemural (SDPF).

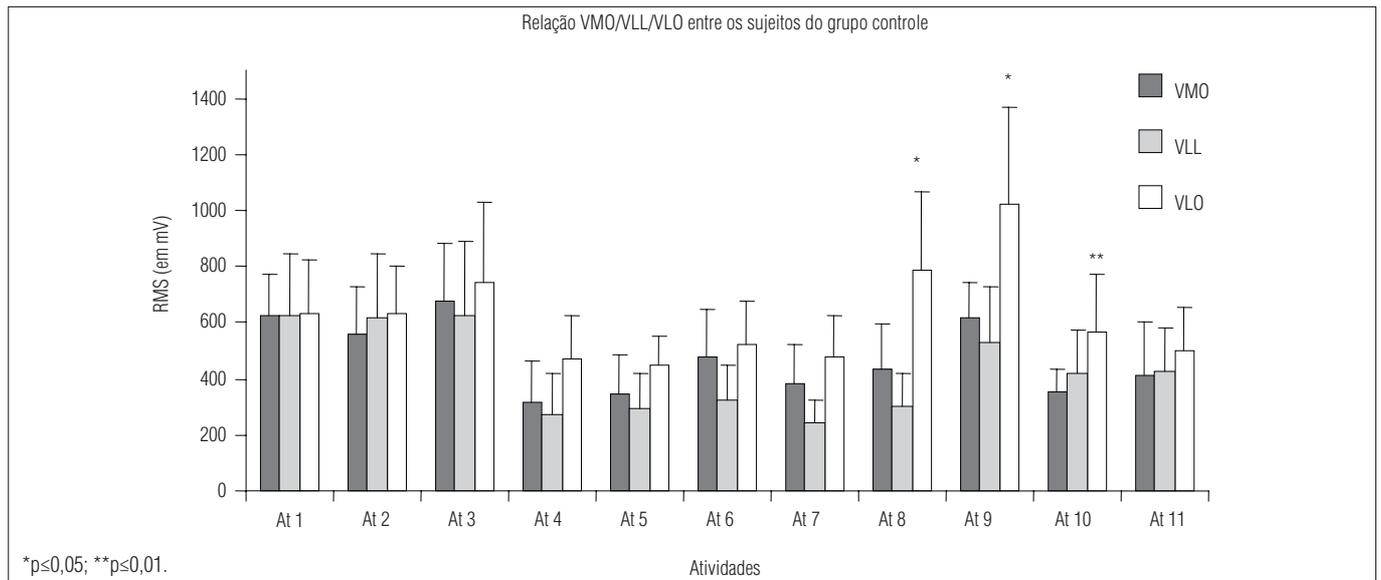


Figura 2. Amplitude de atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo (VLO), (mV) durante as atividades funcionais realizadas, no grupo controle.

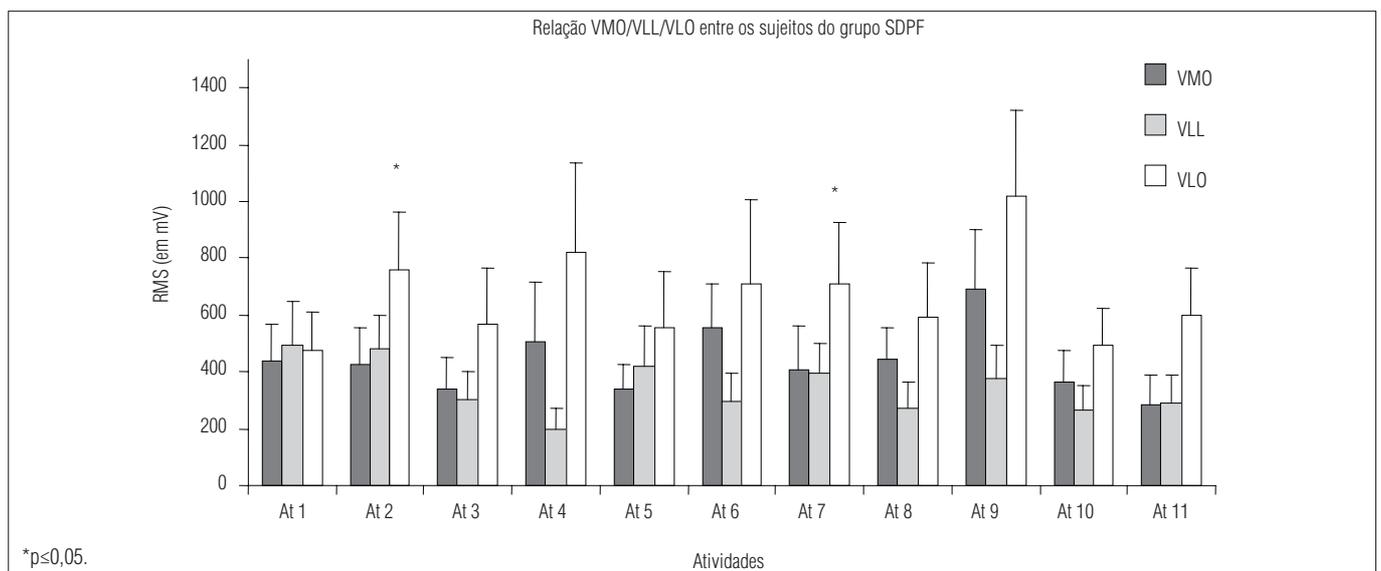


Figura 3. Amplitude de atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo (VLO), (mV) durante as atividades funcionais realizadas, no grupo com síndrome da dor paletofemural (SDPF).

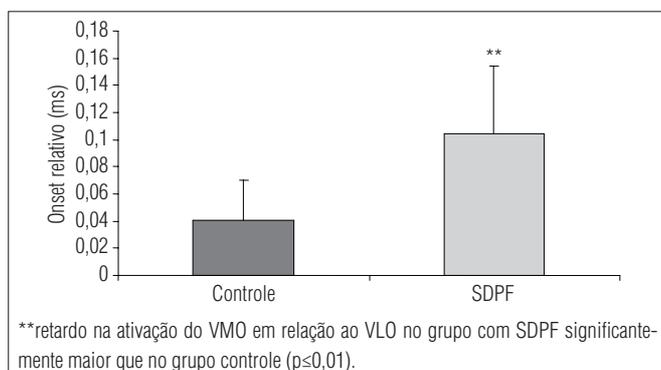


Figura 4. Média e desvio-padrão do onset relativo (milissegundos) vasto medial oblíquo(VMO)-vasto lateral oblíquo (VLO) durante as atividades funcionais nos grupos controle e com síndrome da dor paletofemural (SDPF).

atividade elétrica do músculo VLO², ou seja, uma participação mais ativa desse músculo na lateralização da patela em portadores da SDPF. Embora existam alguns autores que discordem destes resultados^{3,8,24}, isso demonstra um importante desequilíbrio dos estabilizadores medial e lateral da patela associado a pessoas com SDPF.

Concordando com os dados deste trabalho, Bevilaqua-Grossi, Monteiro-Pedro e Bérzin⁴ mostraram que os músculos VLL e VLO, além de serem fisiologicamente distintos¹⁵, apresentam diferenças no padrão de recrutamento em exercícios estáticos de extensão de joelho à 15°. De forma similar, Pulzatto et al.¹², em um estudo eletromiográfico de atividades de subida posterior no step, observaram um recrutamento de maneira

mais acentuada do VLO em comparação ao VLL à medida que o joelho flexionava, o que corrobora com os achados deste trabalho durante a extensão isocinética a 30°/s e atividade excêntrica no step a 75° em sujeitos com SDPF. Segundo Owings e Grabiner¹⁰, a realização de ações excêntricas pode provocar alterações no padrão normal mioelétrico do quadríceps e contribuir para o deslocamento lateral da patela.

Do mesmo modo, os indivíduos saudáveis apresentaram intensidade de ativação distinta entre os músculos VMO e VLO, observado nas atividades de levantar-se de um banco, salto unipodal e elevar os calcanhares. Do conhecimento dos pesquisadores deste trabalho, nenhum estudo prévio avaliou estas atividades quanto à amplitude de ativação entre estes músculos. Este estudo sugere que a realização destas tarefas funcionais pode favorecer a lateralização da patela e predispor estes sujeitos a desenvolverem distúrbios patelofemorais.

Portanto, os resultados deste estudo reforçam a função antagonística do VLO em relação ao VMO, haja vista que, na grande maioria das atividades, não foi observada uma ativação maior dos músculos VMO e VLL em relação ao VLO em ambos os grupos. Diferentemente, observa-se uma ativação maior do VLO em relação aos demais músculos nos sujeitos com SDPF, podendo este músculo ser o principal responsável pelo desequilíbrio dinâmico patelar.

Tempo de início de ativação elétrica (onset)

Os resultados do presente estudo evidenciaram um retardo na ativação do VMO comparada ao VLO em ambos os grupos, considerando todas as atividades. O grupo controle apresentou um retardo médio do VMO em torno de 4ms em relação ao VLO. Neptune, Wright e Bogert³⁰, estudando modelos experimentais, mostraram que um atraso de 5ms na ativação do músculo VMO (em relação ao VL), resulta em significativo aumento na carga lateral da articulação patelofemoral. Isto corrobora com o constatado neste estudo, onde se registrou

um retardo de 10ms do VMO comparado ao VLO em portadoras de SDPF. Segundo Souza e Gross²³, o sincronismo neuromuscular é um fator importante no movimento normal, implicando que a força não é o único critério para determinar o movimento preciso. Assim, uma assincronia no tempo de ativação do quadríceps pode contribuir para o contato patelar lateral com o sulco troclear, o que sugere um desequilíbrio no controle neuromuscular em sujeitos com SDPF.

Deve-se ressaltar que, dentro do conhecimento dos pesquisadores, este estudo foi o único a constatar uma antecipação do VLO em relação às demais porções do quadríceps, seguido do VMO e depois do VLL no grupo com SDPF. Estes resultados não corroboram com os achados de Santos et al.²⁴ que, em um estudo durante caminhar na esteira em superfície plana e inclinada à 5° em sujeitos sem e com SDPF, evidenciaram que a atividade elétrica do VLL precede a ativação dos músculos VMO e VLO em indivíduos com SDPF. De forma similar, Pulzatto² mostrou uma ativação do VLL precedendo a do VMO e, por último, a do VLO em atividades de step à 45 e 75° em portadores da SDPF. Além das diferenças metodológicas, a divergência destes achados com o referente trabalho pode ter sido decorrente do tamanho amostral e do fato dos estudos avaliarem tarefas funcionais específicas.

Apesar de não haver consenso nos estudos atuais que envolvem SDPF, o presente trabalho demonstrou existir diferença neste grupo de sujeitos quanto à amplitude e o onset do m. quadríceps femoral durante a realização de atividades funcionais. Assim, sugere-se um desequilíbrio de atividade elétrica e um padrão de recrutamento anormal entre os músculos VMO, VLL e VLO, com maior retardo e menor amplitude de ativação do VMO no grupo com SDPF. Entretanto, mais pesquisas devem ser realizadas a fim de se investigar possíveis alterações dos três componentes superficiais do m. quadríceps femoral em atividades que simulem tarefas funcionais e para verificar a real função das partes deste músculo no comportamento dinâmico da patela.

Referências bibliográficas

1. Gonçalves RS, Pinheiro PJ. Co-ativação dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho em condições isocinéticas. *Rev Port Cien Desp.* 2005;2(5):215-23.
2. Pulzatto F. Atividade elétrica dos músculos estabilizadores da patela em indivíduos portadores da síndrome da dor femoropatelar durante exercícios realizados no step. (tese de mestrado). São Carlos (SP): UFSCar; 2005.
3. Gramani-Say K. Atividade elétrica dos estabilizadores dinâmicos da patela no exercício de agachamento associado a diferentes posições do quadril em indivíduos normais e portadores de síndrome de dor femoropatelar. (tese de mestrado). São Carlos (SP): UFSCar; 2005.
4. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. *Acta Ortop Bras.* 2004;12(2):99-104.
5. 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.
6. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Vasconcelos RA, Arakaki JC, Bérzin F. The effect of hip abduction on the EMG activity of vastus medialis obliquus, vastus lateralis longus and vastus lateralis obliquus in healthy subjects. *J Neuroengineering Rehabil.* 2006;3(13):3-13.

7. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnel J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus lateralis compared with vastus medialis obliquus in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):183-9.
8. Ribeiro DC, Loss JF, Cañeiro JPT, Lima CS, Martinez FG. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. *Acta Ortop Bras*. 2005;13(4):189-93.
9. Witvrouw E, Cambier D, Danneels L, Bellemans J, Werner S, Almqvist F et al. The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study. *Scan J Med Sci Sports*. 2003;13(4):251-8.
10. Owings TM, Grabiner MD. Motor control of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles is disrupted during eccentric contractions in subjects with patellofemoral pain. *Am J Sports Med*. 2002;30(4):483-7.
11. Nunes CV, Monteiro-Pedro V. Efeito do exercício isométrico de extensão do joelho associado à adução isométrica do quadril na atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo em indivíduos com disfunção femoropatelar. *Rev Bras Fisioter*. 2003;7(2):145-50.
12. Pulzatto F, Gramani-Say K, Siqueira ACB, Santos GM, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS et al. Influência da altura do step no exercício de subida posterior: estudo eletromiográfico em indivíduos saudáveis e portadores da síndrome da dor femoropatelar. *Acta Ortop Bras*. 2005;13(4):168-70.
13. Sacco Ide C, Konno GK, Rojas GB, Arnone AC, Pássaro Ade C, Marques AP et al. Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 2006;16(2):167-74.
14. 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.
15. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Souza GC, Silva Z, Bérzin F. Contribution to the anatomical study of the oblique portion of the vastus lateralis muscle. *Braz J Morphol Sci*. 2004;21(1):47-52.
16. Gramani-Say K, Pulzatto F, Santos GM, Vassimon-Barroso V, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D et al. Efeito da rotação do quadril na síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(1):75-81.
17. Serrão FV, Cabral CMN, Bérzin F, 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. *Phy Ther In Sports*. 2005;6:15-23.
18. Sheehy P, Burdett RG, Irrgang 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.
19. Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther*. 1996;76(9):946-55.
20. McClinton S, Donatelli G, Weir J, Heiderscheit B. Influence of step height on quadriceps onset timing and activation during stair ascent in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(5):239-44.
21. Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL. Anticipatory activity of vastus lateralis and vastus medialis obliquus occurs simultaneously in voluntary heel and toe raises. *Phy Ther In Sport*. 2001;2:71-9.
22. Cowan SM, Hodges PW, Crossley KM, Bennell KL. Patellar taping does not change the amplitude of electromyographic activity of the vasti in a stair stepping task. *Br J Sports Med*. 2006;40(1):30-4.
23. Souza DR, Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with pain. *Phys Ther*. 1991;71(4):310-6.
24. Santos GM, Gramani-Say K, Pulzatto F, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V. Relação eletromiográfica integrada dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo na marcha em sujeitos com e sem síndrome de dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(1):17-21.
25. Christou EA. Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14(4):495-504.
26. Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(7):989-95.
27. 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(3):553-8.
28. Lange GW, Hintermeister RA, Schlegel T, Dillman CJ, Steadman JR. Electromyographic and kinematic analysis of graded treadmill walking and the implications for knee rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;23(5):294-301.
29. Surface electromyography non-invasive assessment of muscles (Seniam), (página da Internet). *European Recommendations for Surface Electromyography*. Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acessado em 02/02/07.
30. Neptune RR, Wright IC, van der Bogert AJ. The influence of orthotic devices and vastus medialis strength and timing patellofemoral on loads during running. *Clin Biomech*. 2000;15(8):611-8.