



Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar

Débora Bevilaqua-Grossi¹, Lillian Ramiro Felício², Rebeca Simões³, Kelly Rafael Ribeiro Coqueiro⁴ e Vanessa Monteiro-Pedro⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar a atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo (VLO) durante os exercícios isométricos de agachamento *wall slide* a 45° (WS 45°) e 60° (WS 60°) de flexão do joelho. Foram avaliadas 15 mulheres clinicamente saudáveis e 15 mulheres com síndrome da dor femoropatelar (SDFP). Os registros eletromiográficos foram obtidos por eletrodos ativos simples conectados a um eletromiógrafo durante a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do WS 45° e WS 60°. Os dados foram analisados pela média dos valores do *root mean square* (RMS) do sinal eletromiográfico, normalizado pela média do RMS obtido no agachamento a 75° de flexão do joelho. A análise estatística empregada foi o teste ANOVA *two way* ($p < 0,05$) e teste de Duncan *post hoc* ($p < 0,05$). Os resultados revelaram que o exercício WS 60° apresentou maior atividade elétrica nos músculos VMO, VLL e VLO quando comparado com o WS 45°, para os grupos controle e SDFP. Durante o WS 60°, para o grupo controle, não foram observadas diferenças na atividade dos músculos VMO, VLO e VLL, sugerindo um equilíbrio na atividade elétrica destes músculos, enquanto que no WS 45° o músculo VLL apresentou maior ativação quando comparado com os músculos VMO e VLO. Para o grupo SDFP, esse equilíbrio entre as porções medial e lateral do músculo quadríceps foi observado em ambos os exercícios. Esses dados sugerem que WS 60°, para o grupo controle, pode ser mais efetivo para programas de fortalecimento muscular. Contudo, para o grupo com SDFP, ambos os exercícios podem ser indicados durante o programa de reabilitação. Além disso, a ausência de diferenças na atividade eletromiográfica dos músculos VMO, VLO e VLL entre os grupos, neste estudo, sugere que o desequilíbrio muscular pode não ser um fator predisponente da SDFP.

Palavras-chave: Síndrome da dor femoropatelar (SDFP). Exercício. Eletromiografia (EMG). Fisioterapia.

Key words: Patellofemoral pain syndrome (PPS). Exercise. Electromyography. Physiotherapy.

Palabras-clave: Síndrome de dolor femoropatelar (SDFP). Ejercicio. Eletromiografía (EMG). Fisioterapia.

ABSTRACT

Electromyographic activity evaluation of the patella muscles during squat isometric exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome

The objective of this study was to compare the electromyographic (EMG) activity of vastus medialis obliquus (VMO), vastus lateralis longus (VLL) and vastus lateralis obliquus (VLO) during wall slide squat isometric exercises at 45° (WS 45°) and at 60° (WS 60°) of knee flexion. Fifteen healthy control women and fifteen women with patellofemoral pain syndrome (PPS) participated in this study. The EMG activity was registered during WS 45° and WS 60° performed at maximal isometric voluntary contraction (MIVC) using surface differential electrodes connected to an EMG system. The EMG signals were analyzed using the root mean square (RMS) values and were normalized by MIVC obtained at 75° of knee flexion. To compare data between groups and exercises, the ANOVA-two-way and Duncan *post hoc* tests were applied ($p \leq 0.05$). The results demonstrated higher EMG activity for all muscles studied at WS 60° when compared to WS 45° in both control and PPS groups. There were not significant differences between muscles during WS 60° in the control group, although a higher activity of VLL in relation to VMO and VLO was observed during WS 45° in control group. For the PPS group, no statistical difference was observed between muscles during both exercises. Thus, strengthening programs using WS 60° could be more effective for healthy women; however, both exercises could be indicated for rehabilitation programs aimed at women with PPS. In addition, the absence of significant differences between muscles in PPS group verified in this study suggests that muscle unbalance could not be a predisposing factor for PPS in women.

RESUMEN

Evaluación eletromiográfica de los músculos estabilizadores patelares durante el ejercicio isométrico de agachamiento en individuos con síndrome de dolor femoropatelar

El objetivo de este trabajo fue el de comparar la actividad eléctrica de los músculos vasto medial oblicuo (VMO), vasto lateral largo (VLL) y vasto lateral oblicuo (VLO) durante los ejercicios isométricos de agachamiento wall slide a 45° (WS 45°) e 60° (WS 60°) de flexión de rodilla. Fueron evaluadas 15 mujeres clinicamente saludables con síndrome de dolor femoropatelar (SDFP). Los registros fueron obtenidos por electrodos activos simples conecta-

1. Fisioterapeuta. Professora Doutora do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor e Coordenadora do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP-USP.

2. Fisioterapeuta. Mestranda em Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação do Aparelho Locomotor – FMRP-USP.

3. Graduanda em Fisioterapia pela UFSCar.

4. Fisioterapeuta. Mestre em Fisioterapia – UFSCar.

5. Fisioterapeuta. Professora Adjunta IV do Departamento de Fisioterapia da UFSCar.

Recebido em 30/11/04. 2ª versão recebida em 14/3/05. Aceito em 16/3/05.

Endereço para correspondência: Débora Bevilaqua-Grossi, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP, Campus Universitário – 14049-900 – Ribeirão Preto, SP, Brasil. Tel./fax: (16) 602-4413/633-0336. E-mail: deborabg@fmrp.usp.br

dos a un electromiografo durante la contraccion isometrica voluntaria máxima (CIVM) de WS 45° y de WS 60°. Los datos fueron analizados por la media de los valores de Root Mean Square – RMS de señal eletromiográfica, normalizada por la media del RMS obtenido en el agachamiento a 75° de flexión de la rodilla. El análisis estadístico empleado fue el test ANOVA two way ($p < 0,05$) y el test Duncan post hoc ($p < 0,05$). Los resultados revelaron que el ejercicio WS 60° presentó mayor actividad eléctrica en los músculos VMO, VLL y VLO cuando es comparado a WS 45°, para los grupos control y SDFP. Durante el WS 60°, para el grupo control, no fueran observadas diferencias en la actividad de los músculos VMO, VLO y VLL, sugiriendo un equilibrio en la actividad eléctrica de estos músculos, en cuanto que en el WS 45°, el músculo VLL presentó una mayor activación cuando comparado con los músculos VMO y VLO. Para el grupo SDFP, este equilibrio entre las porciones medial y lateral del músculo cuádriceps fué observado en los dos tipos de ejercicios. Estes datos sugieren que WS 60°, para el grupo control, puede ser mas efectivo para los programas de fortalecimiento muscular. Con todo para el grupo con SDFP, ambos ejercicios pueden ser indicados durante el programa de rehabilitación. Además, la ausencia de diferencias en la actividad eletromiográfica de los músculos VMO, VLO y VLL entre los grupos, de este estudio, sugiere que el desequilibrio muscular puede no ser un factor predisponente de la SDFP.

INTRODUÇÃO

Um das desordens músculo-esqueléticas mais frequentes no joelho é a síndrome da dor femoropatelar (SDFP)⁽¹⁻³⁾, compreendendo aproximadamente 25% dos diagnósticos ortopédicos⁽²⁾, sendo definida como uma dor anterior no joelho e/ou retropatelar em decorrência de alterações estruturais e biomecânicas da articulação⁽⁴⁻⁶⁾. Essa disfunção afeta comumente atletas e população sedentária do sexo feminino, sendo os indivíduos adultos jovens os mais acometidos^(5,7-9).

Embora os fatores etiológicos da SDFP sejam desconhecidos, alguns autores apontam as alterações biomecânicas do membro inferior como a principal causa^(5,7,8,10). Dentre os fatores biomecânicos mais frequentemente relacionados ao desenvolvimento da SDFP, destacam-se o desequilíbrio estático e dinâmico⁽⁵⁾.

Dentre as alterações no equilíbrio estático, alguns autores afirmam que anormalidades como pronação subtalar excessiva, aumento do ângulo Q, torção tibial externa, retração do retináculo lateral e um comportamento patelar inadequado podem causar dor anterior do joelho^(11,12). Entretanto, outros autores relacionam a SDFP com o desequilíbrio dos estabilizadores dinâmicos, principalmente entre os componentes mediais e laterais^(5,11-14) e, mais recentemente, a porção oblíqua do vasto lateral, o vasto lateral oblíquo (VLO)⁽¹⁵⁾.

O tratamento conservador é sempre a primeira e a melhor opção para os indivíduos com SDFP^(3,14). Esses programas de reabilitação são baseados em exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF)^(5,8,11,14,17). Entretanto, muitos autores relatam que exercícios em CCF nos primeiros 60° de flexão do joelho são mais tolerados pelos indivíduos com SDFP^(11,17,18).

Dentre os exercícios em CCF, o exercício de agachamento é considerado seguro e efetivo, devido ao efeito estabilizador da cocontração dos músculos quadríceps e isquiotibiais^(16,17). O agachamento é frequentemente utilizado nos programas de condicionamento de muitos esportes que requerem altos níveis de força e potência⁽¹⁹⁾.

Os protocolos de reabilitação para indivíduos com SDFP visam principalmente o fortalecimento seletivo do músculo VMO para restabelecer a função normal da articulação femoropatelar^(3,16,20,21).

Anderson *et al.*⁽²²⁾ avaliaram a atividade elétrica dos músculos VMO e VL em indivíduos saudáveis durante agachamento de 0° a 30°, 0° a 60° e 0° a 90°, e verificaram tendência em aumentar a

relação VMO:VL com o aumento da flexão do joelho, sugerindo, portanto, que este aumento na flexão do joelho leva a aumento na atividade do VMO em relação ao VL.

A atividade elétrica dos músculos VMO e vasto lateral (VL) também foi analisada por Earl *et al.*⁽¹⁷⁾, em atletas normais do sexo feminino e masculino durante o agachamento de 0°-30° de flexão do joelho com e sem adução do quadril. Os autores não observaram diferença significativa entre os músculos VMO e VL durante os exercícios. Entretanto, estes autores avaliaram somente indivíduos atletas sem SDFP. Além disso, a atividade física, não especificada pelos autores, poderia levar a alterações na atividade elétrica dos músculos avaliados.

Da mesma forma, Tang *et al.*⁽⁵⁾ não observaram diferença significativa entre a atividade elétrica dos músculos VMO e VL durante a fase excêntrica e concêntrica do agachamento entre 15° e 75° de flexão do joelho em indivíduos normais e com sinais de SDFP.

Entretanto, não foram encontrados na literatura consultada trabalhos que avaliassem a atividade elétrica dos músculos VMO, VLO e VLL durante esses exercícios de agachamento em indivíduos sedentários do sexo feminino normais e com sinais de SDFP.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a atividade eletromiográfica do VMO, VLO e VLL durante o exercício de agachamento *wall slide* a 45° e 60° de flexão do joelho em indivíduos clinicamente saudáveis e em indivíduos portadores de SDFP.

MÉTODOS

Voluntários

Foram avaliados 30 voluntários sedentários do sexo feminino, divididos em dois grupos, grupo controle (n = 15) com média de idade de 20,93 ± 3,15 anos, média de peso de 58,38 ± 5,88kg e média de altura de 165 ± 4,3cm e o grupo portador de SDFP (n = 15) com média de idade de 21,8 ± 3,12 anos, média de peso de 50,53 ± 5,83kg e média de altura de 158 ± 5,6cm. Os critérios de inclusão e exclusão para o grupo SDFP estão apresentados na tabela 1. Todos os indivíduos do grupo controle não apresentavam qualquer história de dor, cirurgia, trauma ou lesão do sistema osteomioarticular do membro inferior^(12,23). Este estudo encontra-se de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

TABELA 1
Critérios de inclusão e exclusão para o grupo com SDFP

Critérios de inclusão
Não apresentar cirurgias, trauma ou lesão do sistema osteomioarticular do membro inferior.
Relatar episódios prévios de dor no joelho durante as atividades de subir ou descer escadas, agachar, permanecer sentado por tempo prolongado.
Não apresentar dor nos últimos três meses.
Presença de três ou mais sinais e sintomas clínicos observados na avaliação funcional (entre eles: sinal da baioneta, aumento do ângulo Q, torção tibial externa, pronação subtalar excessiva, patela medializada, sensibilidades à palpação das facetas patelares).
Critérios de exclusão
Uso de medicamento e fisioterapia prévia durante o período de 6 meses anteriores ao estudo.
Doenças neurológicas.

Equipamento

Os registros eletromiográficos dos músculos VMO, VLL e VLO foram obtidos por eletrodos ativos simples (10 x 1 mm) de Ag/AgCl (Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda.) com ganho de 100 vezes e um

eletrodo de referência com 3cm de diâmetro, conectados a um eletromiógrafo *Myosystem*[®] com amplificação de 10 vezes, totalizando um ganho de 1.000 vezes. O índice de rejeição de modo comum (IRMC) foi de 80dB e a frequência de amostragem, de 2.000Hz. Foi utilizado o filtro passa-faixa de 10-500Hz, sendo a impedância de entrada maior que 100M Ω .

Procedimentos

Os eletrodos foram fixados à pele com *micropore*, previamente tricotomizada e posteriormente abrasada e limpa com álcool 70%. Para a fixação dos eletrodos nos músculos VMO, VLO e VLL, foi traçada uma linha da espinha ilíaca ântero-superior ao centro da patela, utilizada como referência para a medida dos ângulos de inclinação de cada porção avaliada do músculo quadríceps⁽²⁴⁾. Para o músculo VMO, o eletrodo foi posicionado sobre o ventre muscular com uma inclinação de 55^o⁽²⁵⁾. O eletrodo para o músculo VLO foi fixado no centro do seu ventre e aproximadamente a 2cm do epicôndilo lateral do fêmur, com inclinação de 50,4^o; para o músculo VLL, os eletrodos foram posicionados a 10cm acima da borda súpero-lateral da patela, com uma inclinação aproximada de 17^o⁽¹⁵⁾ (figura 1). O eletrodo de referência, untado com gel eletrocondutor, permaneceu fixado na tuberosidade anterior da tíbia.

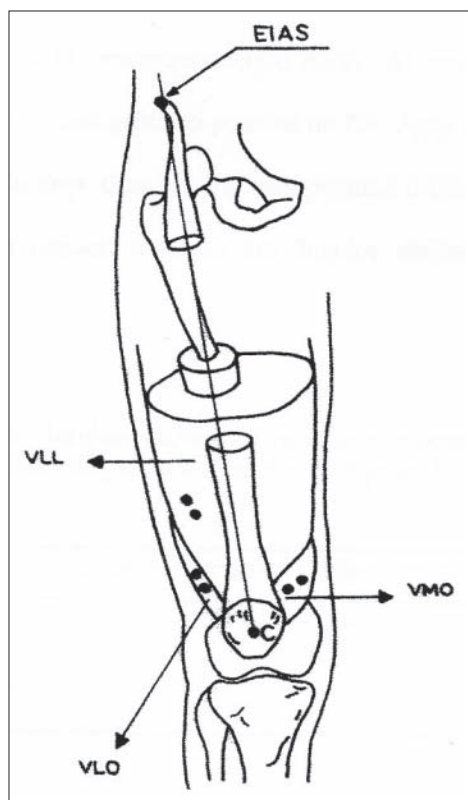


Fig. 1
Posicionamento dos eletrodos nos músculos vasto medial obliquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral obliquo (VLO) de acordo com a inclinação de cada porção em relação à linha da espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) ao centro da patela (C)⁽¹⁵⁾.

A atividade elétrica desses músculos foi quantificada pela média do *root mean square* (RMS) das três repetições de cada agachamento.

Exercícios

Cada voluntário realizou exercícios de agachamento (*wall slide*) com o dorso encostado à parede, estando os joelhos posicionados a 45^o (WS 45^o) e 60^o (WS 60^o) de flexão (figura 2A e B), a ordem de execução dos exercícios foi aleatória. Cada agachamento foi repetido três vezes com um intervalo de dois minutos entre cada exercício e de quatro minutos para o novo posicionamento. Cada repetição dos exercícios foi mantida por aproximadamente sete segundos, sendo iniciada a coleta do registro eletromiográfico após

dois segundos do início do exercício, no membro afetado para os indivíduos do grupo SDFP e no membro dominante para os do grupo controle. Os voluntários foram familiarizados com os exercícios no período anterior à coleta.

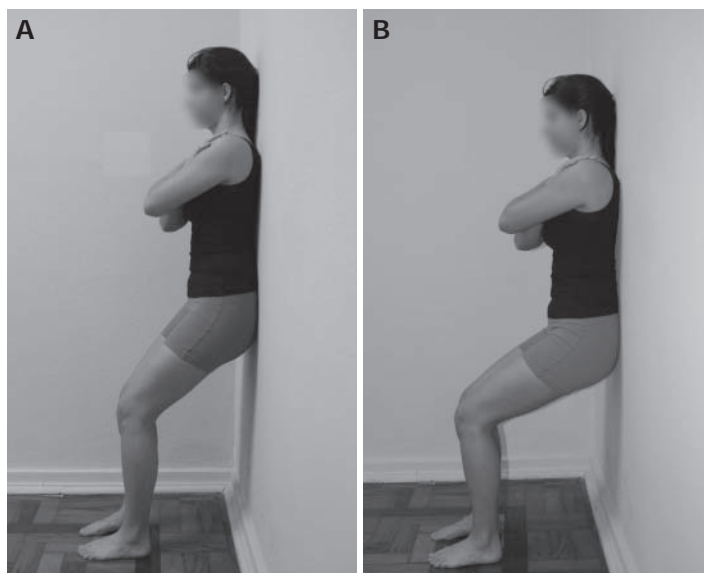


Fig. 2 – Exercício de agachamento wall slide a 45^o de flexão do joelho (A) e wall slide a 60^o de flexão do joelho (B).

A normalização dos dados eletromiográficos foi obtida pela média das três repetições de cada exercício isométrico de agachamento *wall slide* (WS 45^o e WS 60^o) expressos como porcentagem dos valores médios de RMS das três repetições de agachamento *wall slide* a 75^o e os mesmos são apresentados em unidades arbitrárias (U.A.).

$$\frac{\text{Valor médio do RMS do exercício de agachamento wall slide (45° ou 60°)}}{\text{Valor médio do exercício de agachamento wall slide a 75°}}$$

Análise estatística

Os dados foram analisados pelo teste de análise de variância para medidas repetidas (ANOVA *two way*) com $p < 0,05$ e teste de Duncan *post hoc* com $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados, para o grupo controle, evidenciaram durante o WS 45^o maior atividade eletromiográfica do músculo VLL quando comparado com os músculos VMO ($p = 0,022$) e VLO ($p = 0,009$); entretanto, durante o WS 60^o, não houve diferença significativa entre esses músculos (tabela 2).

Em relação ao grupo SDFP, durante os exercícios WS 45^o e WS 60^o, não houve diferença significativa entre os músculos VMO, VLO e VLL (tabela 2).

TABELA 2
Médias (\pm DP) dos registros eletromiográficos (RMS) normalizados (U.A.) dos músculos VMO, VLL e VLO nos agachamentos *wall slide* (WS) 45^o e 60^o para o grupo controle e SDFP

	Controle		SDFP	
	WS 45 ^o	WS 60 ^o *	WS 45 ^o	WS 60 ^o *
VMO	44,86 (\pm 14,24)	75,38 (\pm 13,65)	49,03 (\pm 11,84)	76,41 (\pm 14,23)
VLL	56,57 (\pm 11,26) [#]	77,02 (\pm 14,75)	54,94 (\pm 10,08)	75,78 (\pm 11,71)
VLO	44,05 (\pm 13,43)	75,55 (\pm 17,05)	49,54 (\pm 13,31)	69,76 (\pm 12,45)

* Diferença significativa em relação ao WS 45^o ($p = 0,0001$).

Diferença significativa em relação ao músculo VMO ($p = 0,022$) e VLO ($p = 0,009$).

Na comparação intragrupo dos músculos VMO, VLL e VLO, pode-se observar para os dois grupos, normais e SDFP, que o exercício WS 60° apresentou maior atividade elétrica para todos os músculos quando comparado com o WS 45° (tabela 2).

A comparação intergrupo para cada exercício analisado não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os músculos.

DISCUSSÃO

Sabe-se que a síndrome da dor femoropatelar (SDFP) possui como principal intervenção o tratamento conservador, em que os exercícios de agachamento *wall slide* a 45° e 60° de flexão de joelho são freqüentemente realizados nos treinamentos esportivos e nos programas de reabilitação do joelho.

Nossos dados evidenciaram para o grupo controle maior atividade elétrica do músculo VLL durante o WS 45°; entretanto durante o WS 60° não foi observada diferença entre os músculos VMO, VLO e VLL. Portanto, para os indivíduos sem SDFP, o agachamento WS 45° parece não ser a melhor alternativa para um programa de fortalecimento muscular, uma vez que neste trabalho o músculo VLL é favorecido nessa angulação, o que poderia resultar em desequilíbrio nos estabilizadores patelares dinâmicos, diverso do WS 60°, que não apresentou diferença entre as porções do músculo quadríceps, indicando equilíbrio entre os estabilizadores dinâmicos mediais e laterais da patela.

Apesar das diferenças metodológicas, esses dados concordam com Anderson *et al.*⁽²²⁾, que verificaram um aumento na atividade elétrica dos músculos VMO e VL com o aumento da flexão do joelho durante o agachamento. De acordo com os autores, isso ocorre porque, com o aumento da flexão do joelho em CCF, o reto femoral é mais ativo e, conseqüentemente, o VMO também deve aumentar sua atividade elétrica para manter a patela no seu alinhamento adequado.

Pode-se observar para o grupo com SDFP que durante o WS 45° e WS 60° não foram encontradas diferenças significativas entre os músculos VMO, VLO e VLL. Dessa forma, acredita-se que os exercícios WS 45° e WS 60° proporcionam equilíbrio entre as porções medial e lateral dos estabilizadores dinâmicos da patela, podendo ser indicados durante o programa de reabilitação para indivíduos com SDFP. No entanto, na comparação entre os exercícios, o agachamento WS 60° apresentou maior ativação elétrica das porções do músculo quadríceps.

Da mesma forma, Tang *et al.*⁽⁵⁾ também não observaram diferença significativa na relação VMO:VL durante as fases concêntricas e excêntricas do agachamento entre 0 e 90° de flexão do joelho;

entretanto, observaram melhor relação VMO:VL durante as fases avaliadas do agachamento a 60° de flexão do joelho, sugerindo maior ativação do músculo VMO, tanto para o grupo controle quanto para o grupo com SDFP.

Apesar das diferenças metodológicas, nossos dados concordam com os achados de Tang *et al.*⁽⁵⁾ e Anderson *et al.*⁽²²⁾. Os resultados deste trabalho revelaram que o músculo quadríceps, de forma geral, apresentou maior atividade elétrica na medida em que aumenta o ângulo de flexão do joelho. O músculo VMO, por sua vez, não apresentou maior ativação em qualquer um dos exercícios propostos.

Muitos autores relataram que o desequilíbrio muscular pode ser um fator preponderante da SDFP^(5,8,11,13,14); entretanto, apesar de não ser o objetivo do trabalho, pode-se observar que a atividade elétrica dos componentes mediais – VMO e componentes laterais – VLL e VLO do músculo quadríceps não apresentaram diferença significativa entre os grupos controle e com sinais de SDFP, sugerindo que o desequilíbrio muscular pode não predispor a SDFP.

Os dados de Cerny⁽²⁶⁾ também reforçam essa hipótese, uma vez que, ao analisar a atividade elétrica dos músculos VMO e VL no *wall slide* 45° em indivíduos normais e portadores de SDFP, não observou diferença entre os grupos, concordando com os resultados deste trabalho.

De acordo com os dados, podemos concluir que o exercício de agachamento *wall slide* 60° apresentou maior ativação dos músculos estabilizadores patelares de indivíduos normais e com sinais de SDFP quando comparado com o agachamento *wall slide* a 45°, podendo ser preconizado durante programas de reabilitação em que o objetivo é o aumento de ativação desses músculos.

Diferentes trabalhos analisaram o exercício de agachamento em diversas situações, associados à adução^(17,26), à rotação medial e lateral do quadril⁽²⁷⁾. No entanto, não foram encontrados na literatura consultada trabalhos que comparassem a atividade dos músculos VMO, VLL e VLO entre exercícios de agachamento em diferentes posições e angulações do joelho.

Sendo assim, trabalhos que comparem a atividade elétrica dos músculos VMO, VLL e VLO durante diferentes modalidades de exercícios de agachamento fazem-se necessários para melhor entendimento do papel desses músculos nos exercícios de agachamento, de modo que favoreçam a elaboração de protocolos de exercícios para uma intervenção fisioterapêutica mais efetiva nos indivíduos portadores de SDFP.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

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;121:346-9.
2. Powers CM, Maffucci R, Hampton S. Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22:155-60.
3. Wilk KE, Reinold MM. Principles of patellofemoral rehabilitation. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 2001;9:325-36.
4. Baker MM, Juhn MS. Patellofemoral pain syndrome in the female athlete. *Clin Sports Med* 2000;19:315-29.
5. Tang SFT, Chen CK, Hsu R, Shih-Wei Chou, Wei-Hsein Hong, 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.
6. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KA, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82:183-9.
7. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* 2002; 20:208-14.
8. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;34:1879-85.
9. Swenson EJ, Hough DO, McKeag DB. Patellofemoral dysfunction. How to treat, when to refer patients with problematic knees. *Postgrad Med* 1987;82:125-9.
10. Wilk KE, Davies GJ, Mangine RE, Malone TR. Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:307-22.
11. McGinty G, Irrgang JJ, Pezzullo D. Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000;15:160-6.
12. Wityrouw E, Sneyers C, Lysens R, Victor J, Bellemans J. Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects and in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;24:160-5.
13. Callaghan MJ, McCarthy CJ, Oldham JA. Electromyographic fatigue characteristics of the quadriceps in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther* 2001;6:27-33.
14. 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.
15. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores da patela. *Acta Ortop Bras* 2004;12:99-104.

16. 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;24:136-41.
17. Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol* 2001;11:381-6.
18. Wityrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. A prospective, randomized study. *Am J Sports Med* 2000;28:687-94.
19. Escamilla RF. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:127-41.
20. Cabral CMN, Monteiro-Pedro V. Recuperação funcional de indivíduos com disfunção femoropatelar por meio de exercícios em cadeia cinética fechada: revisão da literatura. *Rev Bras Fisioter* 2003;7:1-8.
21. Doucette SA, Child DD. The effect of open and closed exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;23:104-10.
22. Anderson R, Courtney C, Carmeli E. EMG analysis of the vastus medialis/vastus lateralis muscles utilizing the unloaded narrow and wide stance squats. *J Sports Rehabil* 1998;7:236-47.
23. 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.
24. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Sousa GC, Silva Z, Bérzin F. Contribution to the anatomical study of the oblique portion of the *vastus lateralis* muscle. *Braz J Morphol Sci* 2004;21:47-52.
25. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg* 1968;50:1535-48.
26. Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in person with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1995;75:672-83.
27. Lam PL, Ng GYF. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80:804-8.