

Análise do tempo de resposta reflexa dos músculos estabilizadores patelares em indivíduos com síndrome da dor patelofemural

Analysis of the reflex response time of the patellar stabilizer muscles in individuals with patellofemoral pain syndrome

Bevilaqua-Grossi D¹, Felício LR², Leocádio LP³

Resumo

Objetivo: Avaliar o tempo de resposta reflexa (TRR) dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral oblíquo (VLO) e vasto lateral longo (VLL) em indivíduos clinicamente saudáveis e portadores de síndrome da dor patelofemural (SDPF). **Métodos:** Foram avaliadas 12 mulheres clinicamente saudáveis e 12 mulheres com SDPF. Os registros eletromiográficos foram obtidos por eletrodos ativos simples conectados a um eletromiógrafo, acionados por um sensor externo fixado sobre a porção média do ligamento da patela a partir de sua percussão. A análise do TRR foi realizada por meio da medida do tempo zero ao pico da resposta elétrica dos músculos VMO, VLO e VLL, em segundos, para ambos os grupos. A análise estatística empregada foi o teste de análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) e teste *Tukey post hoc* ($p < 0,05$) para comparação entre os músculos, e o teste *t* de *Student* ($p < 0,05$) para a comparação entre os grupos. **Resultados:** Ambos os grupos apresentaram um TRR menor para o músculo VMO, quando comparado aos músculos VLO e VLL; entretanto, não se observou diferença significativa entre os músculos VLO e VLL. Na comparação do TRR entre os grupos, não se observou diferença significativa. **Conclusões:** De acordo com esses resultados, pode-se sugerir que o TRR das porções do músculo quadríceps não diferencia indivíduos com SDPF dos indivíduos clinicamente saudáveis, sendo que o VMO apresenta um TRR menor em relação ao VLO e VLL para ambos os grupos.

Palavras-chave: síndrome da dor patelofemural; tempo de resposta; eletromiografia.

Abstract

Objective: To investigate the reflex response time (RRT) of the vastus medialis obliquus (VMO), vastus lateralis obliquus (VLO) and vastus lateralis longus (VLL) muscles in clinically healthy individuals and subjects with patellofemoral pain syndrome (PPS). **Methods:** Twelve clinically health women and twelve women with PPS were evaluated. Electromyography (EMG) records were obtained using active electrodes connected to an electromyograph that was activated by an external sensor attached to the medial portion of the patella ligament, by means of percussio. The RRT was analyzed by measuring the time, in seconds, between zero and peak electrical response of the VMO, VLO and VLL muscles, for both groups. The statistical analysis consisted of analysis of variance (ANOVA, $p < 0.05$) and the Tukey *post-hoc* test ($p < 0.05$) to compare the response between muscles, and Student's *t* test ($p < 0.05$) to compare the response between groups. **Results:** Both groups presented lower RRT for the VMO muscle than for the VLO and VLL muscles. However, no significant difference was seen between the VLO and VLL muscles. There was no significant difference in RRT between the groups. **Conclusions:** According to these results, it can be suggested that the RRTs in the different portions of the quadriceps muscle do not distinguish between subjects with PPS and clinically healthy individuals. The RRT for the VMO muscle was lower than the RRT for the VLO and VLL muscles, for both groups.

Key words: patellofemoral pain syndrome; response time; electromyography.

Recebido: 24/01/2007 – **Revisado:** 13/07/2007 – **Aceito:** 27/09/2007

¹Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto (SP), Brasil

²Programa de Pós-graduação em Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP

³Hospital Orthomed Center, Uberlândia (MG), Brasil

Correspondência para: Débora Bevilaqua-Grossi, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, CEP 14049-900, Ribeirão Preto (SP), e-mail: deborabg@fmrp.usp.br

Introdução

A síndrome da dor patelofemural (SDPF) afeta frequentemente atletas e população sedentária do gênero feminino, sendo mulheres jovens as mais acometidas¹⁻³. Essa síndrome compreende aproximadamente 25% dos diagnósticos ortopédicos⁴ e é definida como uma dor anterior no joelho e/ou retropatelar⁴⁻⁶, sendo agravada durante atividades esportivas, subida e descida de escadas, caminhadas em terrenos inclinados, agachamento e ao permanecer sentado por tempo prolongado⁷.

Embora os fatores etiológicos da SDPF não sejam bem definidos, alguns autores apontam as alterações biomecânicas do membro inferior como principal causa¹⁻³. Dentre os fatores biomecânicos mais frequentemente relacionados ao desenvolvimento da SDPF, destaca-se o desequilíbrio dinâmico^{1,2}.

O desequilíbrio entre os estabilizadores dinâmicos mediais, músculo vasto medial oblíquo (VMO) e laterais, vasto lateral longo (VLL) também podem causar desalinhamento patelar, levando à SDPF^{1,8-10}. Bevilaqua-Grossi et al.¹¹ relataram que o músculo vasto lateral oblíquo (VLO) exerce uma importante função estabilizadora na patela, contrapondo-se ao VMO. Portanto, são necessários estudos que também avaliem a atividade elétrica ou o tempo de resposta reflexa (TRR) desse músculo.

O equilíbrio na atividade neuromuscular entre VMO, VLO e VLL pode ser considerado um importante fator durante a cinemática patelar¹². Alguns trabalhos analisaram o início da atividade elétrica voluntária dos músculos estabilizadores mediais e laterais da patela em indivíduos clinicamente saudáveis e com SDPF, demonstrando um sincronismo desses músculos em diferentes condições funcionais¹³. Entretanto, outros autores não observaram esse sincronismo quando compararam o início da atividade elétrica dos músculos VMO e vasto lateral (VL) entre indivíduos normais e com SDPF^{2,7}.

O início da atividade vem sendo utilizado para avaliar o tempo de resposta neuromuscular dos músculos estabilizadores da patela e também como o efeito da realização de protocolos de tratamento para indivíduos com SDPF influencia este parâmetro^{12,14,15}.

Voight e Wieder¹⁴ avaliaram o início da atividade reflexa dos músculos VMO e VL em indivíduos do sexo masculino e feminino, clinicamente saudáveis e com SDPF, e verificaram que, para os indivíduos clinicamente saudáveis, o músculo VMO foi ativado anteriormente ao VL; entretanto, para os indivíduos com SDPF ocorreu o inverso. Da mesma forma, Witvrow et al.¹² sugeriram que a SDPF está associada com distúrbios do controle neuromuscular dos estabilizadores patelares. Entretanto, esses autores não avaliaram o músculo VLO e incluíram diferentes gêneros em sua amostra.

O TRR também foi avaliado por Moore et al.¹⁶ antes e após a indução de protocolos de fadiga; eles relataram que homens e mulheres apresentaram tempos de resposta reflexa distintos para o músculo quadríceps. Dessa maneira, durante a avaliação do TRR, deve-se considerar o gênero dos voluntários.

Karst e Willett¹⁷ e Powers et al.¹³ registraram que essa diferença temporal na ativação entre os músculos VMO e VL não é significativa e, portanto, não influenciaria a cinemática patelar levando à SDPF, contudo esses autores não avaliaram a porção oblíqua do músculo VL.

Não foram encontrados, na literatura consultada, trabalhos que avaliassem o controle neuromuscular dos músculos VMO, VLO e VLL por meio do TRR em indivíduos do gênero feminino clinicamente saudáveis e portadores da SDPF.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o TRR dos músculos VMO, VLO e VLL em indivíduos clinicamente saudáveis e portadores de SDPF.

Materiais e método

Sujeitos

Foram selecionados 24 voluntários sedentários, que não realizavam nenhuma atividade física, do gênero feminino, submetidos a uma avaliação funcional e divididos em dois grupos: Grupo Controle/Clinicamente Saudável (n= 12), com média de idade de 22,7 (\pm 2,25) anos e de altura de 1,65cm, e Grupo Portador de SDPF (n= 12), com média de idade de 22,0 (\pm 2,04) anos e de altura de 1,58cm. Os critérios de inclusão para o Grupo SDPF foram: relato prévio de dor anterior no joelho durante atividades funcionais²; não apresentar dor há pelo menos dois meses; e presença de três ou mais sinais e sintomas clínicos observados durante a avaliação funcional¹⁸. Os critérios de exclusão para o Grupo SDPF foram: apresentar história de cirurgia, traumas e lesões do sistema osteomioarticular em quadril, tornozelo e pé; uso de medicamentos ou tratamento fisioterapêutico prévio durante os seis meses anteriores ao estudo; e doenças neurológicas. O estudo foi conduzido de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário do Triângulo (Unitri) em 11 de abril de 2002, sendo que todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Equipamento

Durante a coleta dos registros eletromiográficos dos músculos VMO, VLO e VLL, foram utilizados eletrodos ativos simples diferenciais (10x1mm) de Ag/AgCl da marca Lynx

Tecnologia Eletrônica Ltda. (São Paulo, SP, Brasil), com ganho de 20 vezes, conectados a um eletromiógrafo da marca Myosystem® (São Paulo, SP, Brasil), com conversor A/D de 12 bits, amplificação de 100 vezes, totalizando um ganho de 2.000 vezes. O índice de rejeição de modo comum (IRMC) foi de 93dB e a frequência de aquisição de 2KHz. Foi acoplado no equipamento um eletrodo de referência de 3cm², fixado no maléolo lateral do membro inferior analisado, e um sensor flexível fixado sobre a porção média do ligamento da patela, o qual permitia a detecção imediatamente após a percussão do martelo de reflexos.

Procedimentos

Antes da colocação dos eletrodos, a região foi tricotomizada e realizada a assepsia com álcool a 70%. O posicionamento dos eletrodos nos músculos VMO, VLO e VLL foi realizado com o paciente em decúbito dorsal.

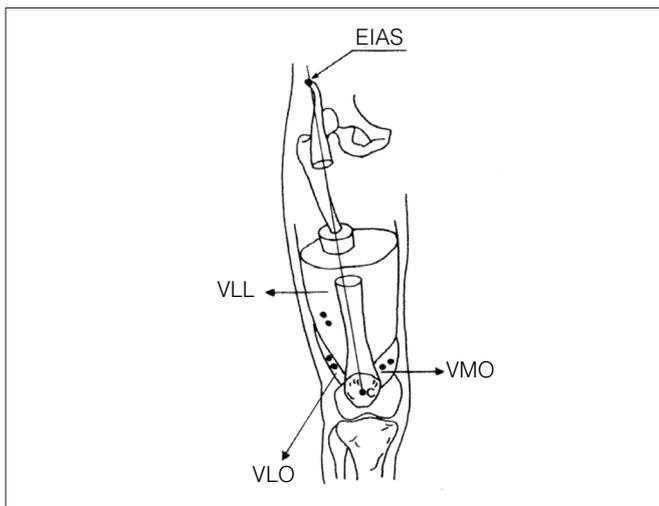


Figura 1. Posicionamento dos eletrodos nos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo (VLO), de acordo com a inclinação de cada porção em relação à linha da espinha ílaca ântero-superior (EIAS) ao centro da patela (C)¹¹.

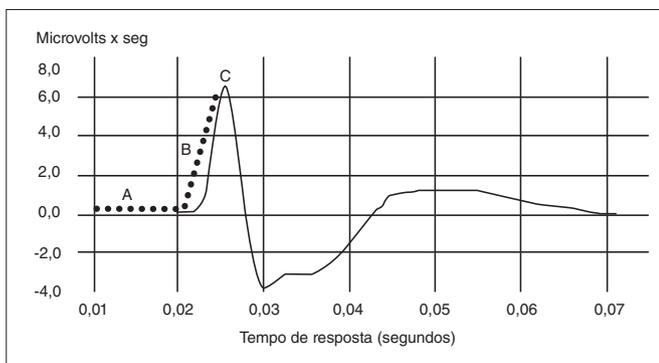


Figura 2. Sinal eletromiográfico obtido a partir da percussão do tendão patelar. Início da resposta e período de latência (A), tempo de subida da onda (*rise time*, B) e pico da resposta reflexa (C).

No músculo VMO, o eletrodo foi posicionado a 4cm acima da borda súpero-medial da patela, com uma inclinação de 55° em relação ao centro da patela e da espinha ílaca ântero-superior (EIAS). Em relação ao VLL, o eletrodo foi posicionado a 15cm da borda súpero-lateral da patela, com uma inclinação de 13,6°. Para posicionar o eletrodo no VLO, deve-se localizar o epicôndilo lateral do fêmur e acompanhar o início e o meio do ventre muscular com uma inclinação de 50,4°¹¹. O eletrodo de referência foi posicionado sobre a tuberosidade anterior da tíbia do membro a ser testado (Figura 1).

Os voluntários foram posicionados sentados com o quadril a 90° de flexão e os joelhos apoiados na maca com os pés pendentes, segundo recomendado pelo projeto SENIAM¹⁹. Foi realizada, na posição sentada, a prova de função do músculo quadríceps para a verificação dos posicionamentos dos eletrodos. Foram realizadas três percussões do ligamento da patela, com intervalo de 30 segundos entre cada percussão. Assim que o martelo de reflexos tocava o sensor, o sistema de disparo captava instantaneamente, por meio dos eletrodos, a atividade elétrica dos músculos VMO, VLL e VLO.

A análise do TRR foi realizada por meio da medida do tempo zero ao pico da resposta elétrica dos músculos VMO, VLO e VLL em segundos, dada pelo programa *Myosystem-Br1* versão 2.9 b (Uberlândia, Minas Gerais, Brasil), conforme a Figura 2. Devido à análise ser em relação ao TRR, não foi aplicado o filtro passa-faixa, pois esse, em especial o passa-alta, poderia alterar o tempo inicial da resposta reflexa.

Análise estatística

Foram computadas, para análise estatística, as médias das três percussões realizadas em cada voluntário. Para a comparação do TRR entre os músculos VMO, VLL e VLO nos Grupos SDPF e Controle, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) e o *post hoc* teste *Tukey*. Para a comparação entre os Grupos SDPF e Controle, foi utilizado o teste *t* de *Student* para medidas não pareadas; ambos os testes com nível de significância menor que 5%.

Resultados

Os resultados revelaram, para o Grupo Controle e para o Grupo com SDPF, um TRR menor para o músculo VMO, quando comparado aos músculos VLL e VLO; entretanto, não se observou diferença significativa entre os músculos VLO e VLL. Durante a comparação entre os Grupos Controle e com SDPF, não foi observada diferença significativa para os músculos VMO, VLL e VLO (Tabela 1).

Tabela 1. Médias (\pm DP) do tempo de resposta reflexa (em segundos) dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral oblíquo (VLO) e vasto lateral longo (VLL) para os Grupos Controle e com SDPF.

Músculos	Grupo Controle	Grupo SDPF	p
VMO	0,027 (\pm 0,002)*	0,026 (\pm 0,003)*	NS
VLL	0,031 (\pm 0,005)	0,030 (\pm 0,006)	NS
VLO	0,032 (\pm 0,002)	0,031 (\pm 0,003)	NS
p	0,003	0,004	

*Diferença significativa do músculo VMO em relação aos músculos VLO e VLL, teste estatístico ANOVA e *post hoc* teste Tukey.

Discussão

Para ambos os grupos, Controle e com SDPF, os dados revelam que o estabilizador medial, músculo VMO, atinge seu pico de ativação reflexa anteriormente aos estabilizadores laterais, os músculos VLO e VLL. Segundo Cowan et al.⁷, o VMO apresenta uma vantagem biomecânica sobre o VL em virtude da orientação oblíqua de suas fibras musculares. Entretanto, a resposta neuromuscular do VMO poderia estar relacionada com a tentativa de esse estabilizador resistir às forças laterais da patela, visto que a patela possui a tendência de se lateralizar.

Apesar das diferenças metodológicas, esses dados concordam com os observados por Crossley et al.²⁰, que verificaram um tempo de ativação menor para o músculo VMO quando comparado com o músculo VL para indivíduos com SDPF, apesar de verificarem o tempo de ativação durante subida e descida de um degrau.

Pode-se observar, durante a comparação intergrupos, um padrão similar ao TRR dos músculos estabilizadores da patela; entretanto, deve-se ressaltar que o caráter multifatorial da SDPF, a falta de instrumentos validados de diagnósticos para pesquisa que melhorem a caracterização desta amostra, assim como o número de voluntários podem afetar a caracterização dos indivíduos com SDPF.

O presente trabalho concorda com os dados apresentados por Voight e Wieder¹⁴ e Witvrow et al.¹², que relataram uma diferença no TRR entre os músculos VMO e VL menor que 6 milissegundos para o Grupo Controle. No entanto, esses autores demonstraram que, nos indivíduos com SDPF, o músculo VL apresenta um TRR menor que o músculo VMO. Dessa maneira, os autores sugerem que essa inversão poderia ser causada

por um desequilíbrio neuromuscular dos músculos VMO e VL, alterando a cinemática patelar; entretanto, esses autores não avaliaram a porção oblíqua do músculo VL. Os dados do presente trabalho não confirmam tal afirmação, pois este não demonstrou um TRR para os músculos VLO e VLL menor, quando comparados ao músculo VMO para os Grupos com SDPF e Controle, sugerindo que o TRR não é um parâmetro que possa distinguir indivíduos com e sem SDPF.

Apesar de Karst e Willett¹⁷ não encontrarem diferença no tempo de ativação dos músculos VMO, VLL, seja na condição de reflexo ou seja durante a contração voluntária, os autores também sugerem que alterações no TRR desses músculos não são capazes de predispor à SDPF, concordando com os resultados deste trabalho e reforçando a idéia de que o desequilíbrio entre as porções medial e lateral não é um fator etiológico dessa síndrome.

Entretanto, deve-se levar em consideração que a amostra avaliada no presente trabalho foi assintomática, visto que a dor em indivíduos com SDPF é usualmente de início insidioso e intermitente²¹; sendo assim, trabalhos que avaliem o desequilíbrio neuromuscular dos estabilizadores patelares em indivíduos sintomáticos devem ser realizados. Portanto, nessas condições experimentais, a alteração no TRR não pode ser considerada indicativa de SDPF, pois não foi observada diferença entre os grupos. Dessa maneira, o TRR não deve ser utilizado na avaliação fisioterapêutica para caracterizar indivíduos com SDPF.

Sendo assim, pode-se concluir que o TRR não poderia ser utilizado como fator diferencial entre indivíduos com SDPF e indivíduos clinicamente saudáveis e que, para ambos os grupos, o TRR do músculo VMO foi menor que o observado nos músculos VLO e VLL.

Referências bibliográficas

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Powers CM, Maffucci R, Hampton S. Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;22:155-60.
5. Wilk KE, Reinold MM. Principles of patellofemoral rehabilitation. *Sports Med Arthrosc.* 2001;9:325-36.

6. Bierdert RM, Warnke K. Correlation between the Q angle and the patella position: a clinical and axial tomography evaluation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;121:346-9.
7. 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.
8. McGinty G, Irrgang JJ, Pezullo D. Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. *Clin Biomech.* 2000;15:160-6.
9. Callaghan MJ, McCarthy CJ, Oldham JA. Electromyographic fatigue characteristics of the quadriceps in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther.* 2001;6:27-33.
10. 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.
11. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores da patela. *Acta Ortop Bras.* 2004;12:99-104.
12. Witvrouw 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. 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;76:946-55.
14. Voight ML, Wieder DL. Comparative reflex response times of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction. *Am J Sports Med.* 1991;19:131-7.
15. 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. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(4):251-8.
16. Moore BD, Drouin J, Gansneder BM, Schultz SJ. The differential effects of fatigue on reflex response timing and amplitude in males and females. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12:351-60.
17. Karst GM, Willett GM. Onset timing of Electromyographic activity in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscle in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther.* 1995;75:813-23.
18. Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(6):596-603.
19. Hermes HJ, Freriks B, Stegman D, Block J, Rau G, Disslhorst-Klug, et al. European recommendations for surface electromyography – Results of the SENIAM Project. Netherlands: Roessingh Research and Development; 1999.
20. Crossley KM, Cowan SM, McConnell J, Bennell KL. Physical therapy improves knee flexion during stair ambulation in patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(2):176-83.
21. Herrington L. The inter-tester reliability of a clinical measurement used to determine the medial-lateral orientation of the patella. *Man Ther.* 2002;7(3):163-7.