

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NO DOMÍNIO DO TEMPO DOS MÚSCULOS VMO E VL DURANTE SUBIDA DE DEGRAUS

H.U. Kuriki^{1,2}; F.M. Azevedo²; R.F. Negrão Filho^{2,3}; N. Alves^{1,2,4}

¹ Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia/ EESC-FMRP-IQSC – USP, São Carlos, Brasil

² Laboratório de Fisioterapia Aplicada ao Movimento Humano/ FCT – UNESP, Presidente Prudente, Brasil

³ Departamento de Fisioterapia/ FCT – UNESP, Presidente Prudente, Brasil

⁴ Departamento de Física, Química e Biologia/ FCT – UNESP, Presidente Prudente, Brasil

hkuriki@sc.usp.br

Abstract: The aim of this study was to standard volunteers without signals of patellofemoral pain (PFP). For it, it was assessed the electromyography activity of the vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis (VL) muscles in 9 volunteers without PFP. The results showed that the two portions of the quadriceps that were assessed had started the activation in approximately the same moment, how it was to the difference between the moments of the activation start and your maximum. So, it can be inferred that the volunteers without signals of PFP have the same standard of motor control during the stair climbing.

Key-words: electromyography, patellofemoral pain, functional activity.

Introdução

Acometendo cerca de 7 a 15% da população de jovens adultos ativos [1], um distúrbio comumente encontrado na prática clínica do fisioterapeuta é a síndrome dolorosa fêmoro-patelar (SDFP), caracterizada por uma instabilidade patelar e desenvolvimento multifatorial [2].

Os fatores relacionados à SDFP ainda não são claramente estabelecidos, mas têm sido postuladas algumas causas mecânicas para esta desordem [1]. Apesar da diversidade de fatores associados à SDFP, existe um consenso geral em que o desalinhamento do mecanismo extensor do joelho, associado a uma movimentação lateral excessiva da patela, constitui-se como principal causa desta síndrome [2,3].

As forças geradas pelos músculos VMO (vasto medial oblíquo) e VL (vasto lateral) e pelo contato da patela com o côndilo femoral, têm que produzir durante todo o tempo da atividade, seja contração isométrica, movimentos de flexão ou de extensão, uma força resultante na direção da linha do fêmur para que a patela desloque num trajeto normal [4]. Componentes laterais não são desejadas em nenhum instante e, assim, podem ser os fatores mais importantes no surgimento ou na

exacerbação da SDFP. Portanto, nesta linha de interpretação, o estudo da SDFP passa pela análise da variação temporal da força, durante a ação dos músculos do membro inferior.

Neste estudo foi abordada a avaliação da atuação dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral de indivíduos normais por meio do sinal de eletromiografia durante atividade funcional, com o intuito de padronizar os indivíduos sem alteração fêmoro-patelar para, numa segunda etapa, compará-los com indivíduos portadores de SDFP. Possibilitando assim, classificar os indivíduos como portadores, não portadores e possíveis portadores de SDFP, orientar e otimizar a intervenção terapêutica.

Materiais e Métodos

Para a execução do protocolo experimental foram selecionadas, intencionalmente, 9 voluntárias sem sinais e sintomas da SDFP, com idade média de 21 ± 2 anos. A amostra foi composta por voluntárias que assinaram a um termo de consentimento livre e esclarecido após receberem informações sobre sua participação no trabalho. As implicações éticas que envolvem os procedimentos propostos neste trabalho foram submetidas para a análise do Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP, tendo recebido parecer favorável, conforme processo número 166/2007.

O protocolo experimental consistiu na avaliação eletromiográfica durante a subida de dois degraus de 20 cm de altura. O protocolo foi repetido 10 vezes a fim de se obter um n amostral adequado.

Para aquisição dos sinais EMG, dois pares de eletrodos de superfície foram posicionados nos músculos vasto lateral e vasto medial; em seguida, as voluntárias foram orientadas a subir um degrau, iniciando o movimento com o membro em análise, no caso o direito, e parando no momento em que o mesmo membro alcançasse o degrau superior, completando assim um ciclo de subida. Para permitir a normalização dos dados no domínio do tempo, foi utilizado um dispositivo composto por um circuito onde estão

dispostos uma chave, um LED (Diodo Emissor de Luz) e uma saída de tensão para o condicionador de sinais, ao acionar a chave, o LED é aceso no campo de visão do voluntário e é gerado um pulso de 10V para o condicionador de sinais. Assim, o avaliador aciona a chave, indicando para o voluntário, que enxerga a luz do LED, que o movimento pode ser executado; a partir daí, em qualquer momento, ele executa o movimento que deve ser auto-controlado, para assemelhar-se ao movimento funcional normal; ao acabar o gesto, novamente o avaliador aciona a chave, gerando um novo pulso para o condicionador de sinais. Os sinais EMG extraídos de cada ciclo foram submetidos a um filtro digital passa-banda tipo Butterworth, com ordem 4 e frequência de corte de 20 e 500Hz. Após a filtragem foi obtido o envoltório linear do sinal. Tal procedimento compreendeu os seguintes passos: i) retificação do sinal por onda completa; ii) aplicação de um filtro passa-baixa tipo Butterworth, com ordem 4 e frequência de corte de 5Hz. Após este procedimento os envoltórios obtidos nos 10 ciclos foram normalizados no tempo e na amplitude. Para a normalização na amplitude foi utilizado o valor da média do sinal e para a normalização no tempo foi realizada a interpolação dos dados por splines cúbicas.

Assim, foram comparadas a diferença entre o início da ativação (*onset*) do VMO e do VL, e a diferença entre o tempo que os mesmos músculos demoraram para atingir seu pico de ativação a partir do *onset*. Foi utilizado um algoritmo programado no software MatLab 6.5 para análise do sinal no domínio de tempo desenvolvida pelo Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo, pesquisador colaborador do Laboratório de Fisioterapia Aplicada ao Movimento Humano da FCT/UNESP. A rotina desenvolvida contempla um algoritmo para calcular o RMS do sinal, detectar o atraso do VMO em relação ao VL, bem como o tempo decorrido entre o início do sinal e o pico de ativação.

O cálculo do atraso entre os *onsets* é calculado de duas maneiras: i) *onset* visual e ii) *onset* pelo algoritmo; no *onset* visual, o avaliador deve marcar o local onde ele entende que seja o início da ativação. Já o algoritmo detecta esse ponto para o local onde o sinal desvia da linha de base, obtida em 200ms antes do início da atividade, mais do que 3 desvios padrão, por um tempo mínimo de 25ms [2]. Detectado o início da ativação, é subtraído o *onset* do VL do *onset* do VMO. O algoritmo em questão contempla as duas maneiras de calcular o *onset*, porque pode ser que devido a uma pré-ativação, ou mesmo a um ruído de base, o algoritmo o detecte antes que esteja acontecendo o recrutamento de fato.

Já o tempo entre o início e o pico de ativação é calculado pela diferença entre o local onde a amplitude (RMS) do sinal é máxima e o *onset* do mesmo sinal.

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados por meio da aplicação de estatísticas descritivas. Logo após foi aplicado o teste de variância ANOVA *one-way* a fim de se verificar a existência de diferenças significantes intersujeitos, com relação ao *onset*. E para verificar se existe diferença entre o tempo

decorrido do início ao pico de ativação dos músculos, foi utilizado o teste *t* para amostras não pareadas. Todos com intervalo de significância de 95%.

Resultados

Os resultados descritivos (média \pm desvio padrão) de cada voluntária estão expostos na tabela e gráficos que se seguem, tanto para a diferença entre os *onsets* quanto para a os picos de ativação.

Tabela 1. Análise descritiva dos dados

Voluntária	Onset (VMO - VL)	Pico VMO	Pico VL
1	4.1 \pm 17.5 ms	1.5 \pm 0.1 ms	1.5 \pm 0.1 ms
2	7.7 \pm 12.4 ms	1,0 \pm 0.2 ms	1.1 \pm 0.2 ms
3	10.3 \pm 14.0 ms	1.3 \pm 0.1 ms	1.3 \pm 0.1 ms
4	0.3 \pm 3.4 ms	1,0 \pm 0.1 ms	1.0 \pm 0.1 ms
5	-8.6 \pm 16.4 ms	1.3 \pm 0.1 ms	1.3 \pm 0.1 ms
6	1.3 \pm 0.1 ms	1.3 \pm 1.2 ms	1.2 \pm 0.2 ms
7	1.3 \pm 0.1 ms	0.9 \pm 0.1 ms	0.9 \pm 0.1 ms
8	6.6 \pm 22.0 ms	1.2 \pm 0.1 ms	1.2 \pm 0.1 ms
9	3.5 \pm 11.8 ms	1.4 \pm 0.2 ms	1.4 \pm 0.2 ms

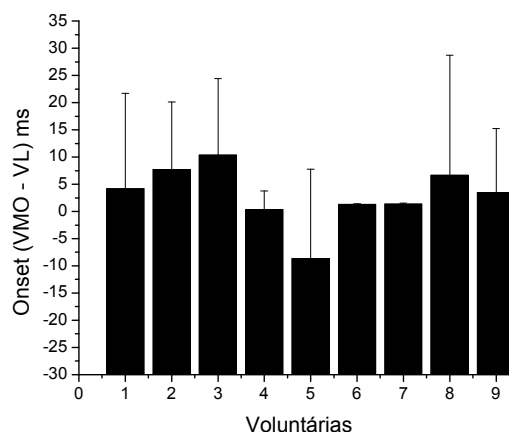


Gráfico 1. Diferença entre o início da ativação do VMO e do VL.

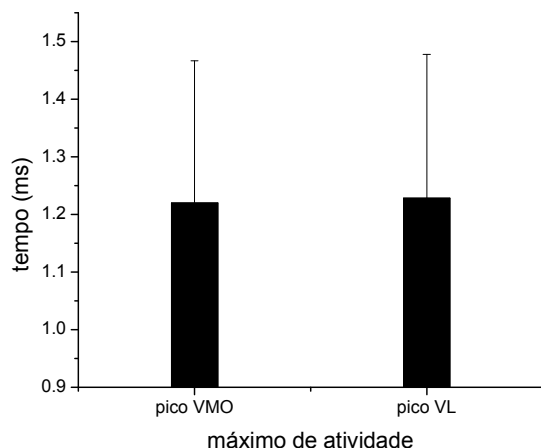


Gráfico 2. Comparação entre o tempo do início ao pico de ativação dos músculos VMO e VL.

Em nenhum dos casos em estudo houve diferença estatisticamente significativa.

Discussão

O presente estudo teve como finalidade verificar por meio da eletromiografia de superfície, a existência de diferenças no início de ativação (onset) e no início-pico de ativação dos músculos VMO e VL durante a atividade funcional de subir degraus em indivíduos sem sinais e sintomas de SDFP.

Acredita-se que a ação equilibrada dos músculos estabilizadores da patela (VMO e VL) resultam em um deslocamento adequado da patela no sulco troclear do fêmur durante os movimentos de flexão e extensão do joelho. Assim o momento de ativação muscular tem importante papel no equilíbrio das forças musculares resultantes ao iniciar o movimento de extensão do joelho, e a análise da diferença de início de ativação entre esses dois músculos tem sido o parâmetro eletromiográfico mais utilizado [5,6]. O tempo decorrente entre início e o pico de ativação é um parâmetro menos utilizado em outros estudos, porém, acredita-se que tal análise complementa a análise do início de ativação muscular; já que o momento no qual cada músculo atinge sua máxima ativação pode ter influência nas forças resultantes sobre o movimento da patela.

Não foi observada diferença estatística significativa em nenhuma das comparações realizadas (p -valor ≥ 0.05), como era de se esperar, visto que todos os indivíduos avaliados nesta etapa do trabalho não apresentaram alterações na articulação fêmoro-patelar.

Com relação ao início da ativação, alguns trabalhos mostram que uma variação de ± 10 ms entre as diferenças de onset no VMO e VL indicam que ambos iniciaram a atividade conjuntamente [7]. Assim, os resultados mostrados no gráfico 1 concordam com a literatura, uma vez que a diferença entre o início da ativação do VMO com relação ao VL gira sempre em torno de ± 10 ms.

Pode-se observar que existe uma variação no início da ativação dos músculos, tanto intra como inter-indivíduos (gráfico 1). Já no gráfico 2, verifica-se que com relação ao tempo que o músculo decorre para atingir o seu máximo de atividade a partir do onset não existe variação. Isso pode explicar porque, em sujeitos sem sinais e sintomas de SDFP, não é observada uma movimentação anormal da patela durante as atividades. Há equilíbrio nas forças estabilizadoras da patela.

Espera-se que, numa segunda etapa da presente pesquisa, ao se comparar esses indivíduos com indivíduos com alteração na articulação fêmoro-patelar e diagnóstico médico de SDFP, obtenham-se diferenças significantes tanto para onset quanto para início-pico de ativação.

Conclusão

Indivíduos sem alteração na articulação fêmoro-patelar apresentam mesmo padrão de controle neuromuscular para os músculos estabilizadores da patela, tanto para o início da ativação quanto para o tempo decorrido para atingir o máximo de atividade muscular.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pelo auxílio financeiro e ao Laboratório de Fisioterapia Aplicada ao Movimento Humano da FCT/UNESP.

Referências

- [1] Crossley, K. M.; Cowan, S.M.; Bennell, K.L.; McConnell, J. (2004) "Knee flexion during stair ambulation in individuals with patellofemoral pain" *Journal of Orthopaedic Research*, v.22, p. 267-274.
- [2] Cowan, S.M.; Bennell, K.L.; Crossley, K.M.; Hodges, P.W.; McConnell, J. (2002) "Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome" *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v.34, p.1879-85.
- [3] Fonseca, S.T., Cruz, A.B.C., Lima, S.S., Seixas, A.F.A.M. (2001) "Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral em exercícios usados no tratamento da síndrome da dor patelofemoral" *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v.8, p. 1-10.
- [4] Cowan, S.M., Hodges, P.W., Bennell, K.L., Crossley, K.M. (2002) "Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task" *Arch Phys Med Rehabil*, v.33, p.989-95.

[5] Cowan, S.M., Bennell, K.L., Crossley, K.M., Hodges, P.W., McConnell, J. (2001) "Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome" *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, v.82, p.183-9.

[6] Crossley, K.M., Cowan, S.M., Bennell, K.L., McConnell, J. (2003) "Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain" *Journal of Orthopaedic Research*, v. 22, p. 267-274.

[7] Pulzatto, F., (2005) *Atividade elétrica dos músculos estabilizadores da patela em indivíduos portadores da síndrome da dor femoropatelar durante exercícios realizados no step*, Dissertação de mestrado, Departamento de Fisioterapia, UFSCar, São Carlos, 73p.