

REPRESENTAÇÃO REGIONAL DE UNIDADES MOTORAS DO MÚSCULO VASTO MEDIAL EM EMGs DE SUPERFÍCIE: UM ESTUDO DE CASO

H. V. Cabral¹, A. C. A. Serdeiro¹, R. G. T. Mello^{1,2}, T. M. M. Vieira^{3,4} e L. F. Oliveira^{1,3}

¹Programa de Engenharia Biomédica, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Departamento de Educação Física e Esportes (DEFE), Escola Naval, Marinha do Brasil

³Escola de Educação Física e Desportos (EEFD), Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁴Laboratorio di Ingegneria del Sistema Neuromuscolare (LISiN), Politecnico di Torino, Italy

e-mail: heliovcabral@gmail.com

Resumo: Os músculos Vasto Medial (VM) e Vasto Lateral são considerados responsáveis pelo alinhamento do trajeto da patela durante a extensão do joelho. O VM apresenta duas porções com diferentes orientações de fibras. Isto indica uma implicação direta na direção do vetor força aplicado sobre a patela. Uma lacuna científica é se o recrutamento e a organização de unidades motoras neste músculo poderiam estar associados a diferentes funções. O objetivo do presente trabalho foi investigar a distribuição espacial de potenciais de ação de diferentes unidades motoras do VM, com a técnica de eletromiografia de alta densidade. Uma matriz de 64 eletrodos foi posicionada sobre o VM de um indivíduo jovem e saudável. A aquisição dos sinais foi feita em configuração monopolar durante uma contração isométrica de extensão de joelho em 10% do torque máximo medido por um dinamômetro. Um algoritmo de decomposição foi capaz de identificar quatro unidades motoras, uma localizada na região distal, duas distribuídas ao longo do músculo e outra na região proximal. Foi possível demonstrar a regionalidade da ativação ao longo do eixo longitudinal do VM. Este fato pode ter importantes implicações no estudo dos mecanismos patológicos de desalinhamento da patela.

Palavras-chave: Unidades motoras, vasto medial, eletromiografia de alta densidade.

Abstract: *The Vastus Medialis (VM) and Vastus Lateralis muscles are considered responsible for the patella alignment during the knee extension. The VM presents two portions with different fiber orientations. This can indicate some implications on the direction of applied force vector on the patella. A scientific gap is if the recruitment and organization of the VM motor units could be associated with different functions. The aim of this study was to investigate the spatial distribution of the action potentials from different motor units of the VM with the technique of high-density electromyography. A matrix of 64 electrodes was placed on the VM of a young and healthy individual. The signals were acquired in the monopolar configuration during an isometric knee extension contraction at 10% of the maximum torque measured by a dynamometer. A*

decomposition algorithm was able to identify four motor units, one located distally, two distributed throughout the muscle and one at the proximal region. It was possible to demonstrate regional activation along the longitudinal axis of the VM. This might have important implications in the study of pathological mechanisms of misalignment of the patella.

Keywords: *Motor units, vastus medialis, high-density electromyography.*

Introdução

A síndrome da dor patelofemoral é uma das queixas mais comuns no meio esportivo e na população em geral [1-3], atingindo aproximadamente 25% da população, sendo as mulheres as mais afetadas [2]. O desenvolvimento desta síndrome é multifatorial e tem suas causas divididas em fatores extrínsecos e intrínsecos [1,3]. Entre as causas extrínsecas temos as atividades físicas com excessiva duração e frequência e atividades que submetem repetidamente os membros inferiores a sobrecargas intensas [1-3]. Nas intrínsecas, temos o aumento do ângulo Q, a patela hipermóvel e desalinhamento lateral da patela [1-3]. Esse último fator pode ser causado por um desequilíbrio das forças laterais e mediais responsáveis pelo alinhamento patelar [1-3]. Essas forças são produzidas, respectivamente, pelos músculos Vasto Lateral e Vasto Medial (VM) [1-3].

Desse modo, o músculo VM é de grande importância para o alinhamento patelofemoral [1-3]. Ele é dividido em duas porções: uma proximal; Vasto Medial Longo (VML) e uma distal, o Vasto Medial Oblíquo (VMO) [4,5]. A primeira se insere em um ângulo de 15° em relação ao eixo longitudinal do fêmur e a segunda em um ângulo de 55° [6]. A diferença de orientação entre porções tem implicação direta na direção do vetor de força que atua na patela; o VMO seria responsável por controlar a tração para o alinhamento medial da patela, enquanto o VML teria maior influência no torque extensor de joelho [4,5].

Em um mesmo músculo, as fibras podem ter características anatômicas distintas, como ângulos de penação diferentes [5]. Além disso, dependendo das

características morfofisiológicas e funcionais, tarefas específicas podem ser realizadas por ativação preferencial de diferentes partes do músculo [5]. Dentre essas características, o recrutamento e a organização de unidades motoras (UMs) estariam associados a diferentes funções em um mesmo músculo [4,5]. Estudos sobre regionalidade da ativação do VM não foram encontrados na literatura.

O presente trabalho teve o objetivo de investigar o potencial da técnica de eletromiografia de alta densidade (HD-EMG) em discriminar potenciais de ação de diferentes UMs ao longo do VM de um indivíduo jovem. Desta forma, os potenciais elétricos foram registrados com uma matriz de eletrodos e um algoritmo [7] de decomposição foi executado para identificação de potenciais propagantes de diferentes UMs.

Materiais e métodos

Participou como voluntário para este trabalho um adulto jovem e saudável do sexo masculino (29 anos; 79 kg; 1,66 m). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (CEP/HUCFF, nº 127/13) e o voluntário assinou um termo de consentimento livre e esclarecido.

Protocolo experimental – O voluntário foi posicionado sentado em um dinamômetro isocinético (Biodex, EUA), com o joelho direito em posição de 90°. O tronco e a coxa direita foram fixados à cadeira e a perna direita foi fixada à alavanca do dinamômetro por correias com velcro. O eixo do dinamômetro foi alinhado com o centro articular do joelho. Foi realizada uma contração isométrica voluntária máxima com estímulo verbal por 10 s para registrar o torque máximo de extensão do joelho. Após 5 min, o voluntário realizou uma contração isométrica de extensão do joelho correspondente a 10% do torque máximo durante 60 s, com retroalimentação visual na tela do dinamômetro.

Eletromiografia de alta densidade– A eletromiografia de superfície foi registrada de forma monopolar com uma matriz de 64 eletrodos circulares (4 colunas com 13 linhas, 1 coluna com 12 linhas, distância intereletrodo 8 mm; OTBioelettronica, Itália). As colunas da matriz foram alinhadas paralelamente ao eixo longitudinal do VM direito, com o vértice inferior lateral da matriz sobre a margem medial superior da patela (Figura 1). Antes da colocação da matriz, a pele foi preparada por raspagem e limpeza com pasta abrasiva. O eletrodo de referência foi posicionado no punho direito. Os eletromiogramas foram amplificados com ganho 1000 por um amplificador EMG-USB2 com largura de banda 10-500 Hz (OTBioelettronica, Itália). Estes sinais foram amostrados em 2048 amostras/s por um conversor A/D de 12 bits.



Figura 1: Posicionamento da matriz de eletrodos de 64 canais sobre o músculo Vasto Medial direito.

Análise dos dados– Inicialmente, foi feito o mapeamento dos eletrodos da matriz para que os canais fossem visualizados corretamente. Os 40 s centrais dos eletromiogramas foram selecionados para a análise. Os sinais foram filtrados nos sentidos direto e reverso por um filtro passa-banda digital Butterworth de 4ª ordem com frequências de corte 20 e 350 Hz, para atenuar possíveis artefatos de movimento e ruídos de alta frequência. A decomposição dos eletromiogramas em sinais de unidades motoras foi feita utilizando um procedimento automático validado [7], o qual fornece os instantes de disparo de cada unidade motora. A partir dos instantes de disparo, uma forma de onda característica de potencial de ação foi obtida por meio da técnica de média coerente sincronizada pelos *spikes*. Cada potencial de ação é resultado da média de potenciais detectados para centenas de disparos. Nesse caso, o potencial considerado é claramente identificado, mesmo que o EMG apresente altos níveis de ruído. Os eletromiogramas foram então sincronizados e promediados com uma janela de 30 ms centrada em cada disparo.

Resultados

O algoritmo de decomposição detectou quatro unidades motoras. A unidade motora #1 localizou-se principalmente sob os eletrodos proximais (Figura 2).

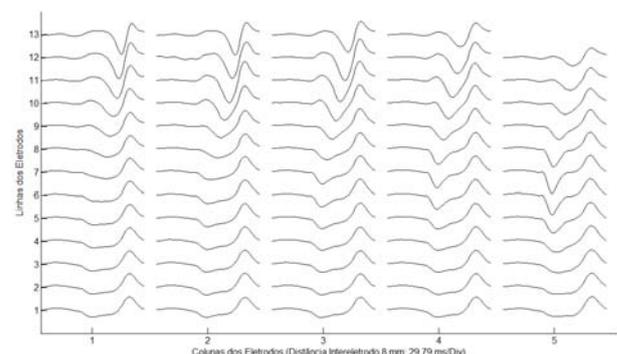


Figura 2: Formas de onda da unidade motora #1.

As unidades motoras #2 e #3 apresentaram-se distribuídas ao longo de toda a área sob a matriz (Figuras 3 e 4).

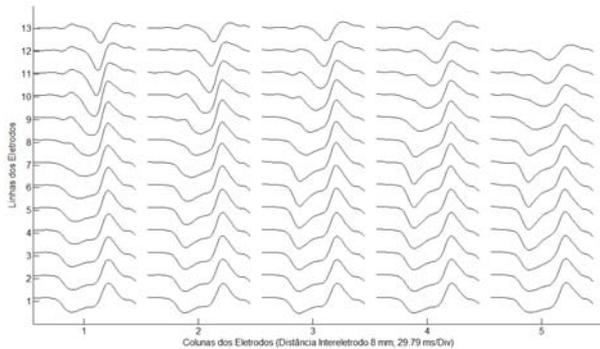


Figura 3: Formas de onda da unidade motora #2.

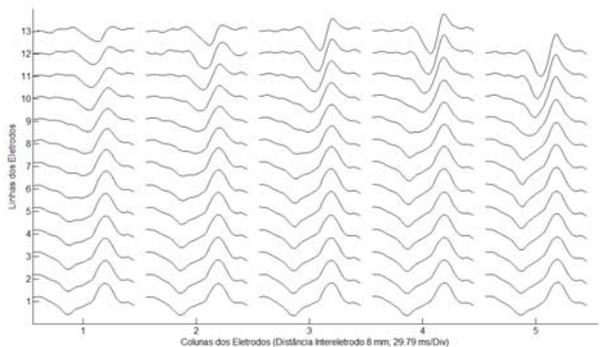


Figura 4: Formas de onda da unidade motora #3.

Por outro lado, a unidade motora #4 localizou-se principalmente sob os eletrodos distais e laterais (Figura 5).

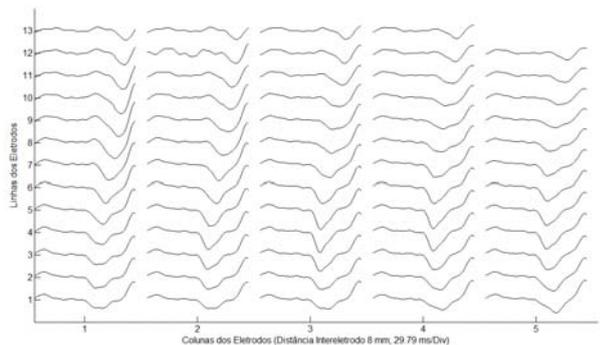


Figura 5: Formas de onda da unidade motora #4.

Discussão

Foi observada uma distribuição regional das unidades motoras no VM, por meio da técnica de decomposição de UMs em sinais de EMG de alta densidade. Não existem métodos alternativos na literatura para a decomposição dos sinais de EMG de superfície e, dada a atividade interferente de diferentes fontes (i.e., diferentes UMs), a decomposição semi-

automática, feita por especialista, não seria possível.

O algoritmo de decomposição utilizado foi validado para músculos de diferentes arquiteturas [8] e representa efetivamente potenciais de ação de UMs decompostas.

Das quatro unidades motoras observadas, uma localizou-se na região mais distal, duas apresentaram-se distribuídas ao longo de todo o músculo e uma na região mais proximal.

Hedayatpour et al. [5] encontraram mudanças de amplitude da eletromiografia dos músculos VM e Vasto Lateral durante contração sustentada, dependendo da localização dos eletrodos. Essa amplitude não uniforme foi explicada por propriedades não uniformes da membrana da fibra ou por um recrutamento não uniforme de diferentes unidades motoras. O mesmo estudo concluiu que a porção distal e a proximal dos vastos possuem fibras com disposições diferentes, sugerindo que distintas porções desses músculos contribuem de maneira diferente para a orientação do vetor força aplicado na patela.

Portanto, a literatura corrobora a hipótese de que o recrutamento de diferentes unidades motoras estaria associado a distintas tarefas específicas em um mesmo músculo.

O escopo do presente trabalho é de viabilidade do método em identificar UMs individuais a partir de HD-EMGs coletados no músculo VM em um indivíduo jovem e saudável. Uma vez que se mostrou viável, a técnica será empregada para avaliar o padrão de disparo destas UMs em relação a flutuações no torque e a posição do joelho de um grupo de voluntários.

Conclusão

Foram discriminadas diferentes unidades motoras agrupadas em regiões discretas ao longo do eixo longitudinal do músculo Vasto Medial de um indivíduo jovem com a técnica da eletromiografia de alta densidade. Este fato abre novas possibilidades para o estudo dos mecanismos patológicos ligados ao desalinhamento patelar

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelas agências FAPERJ, CNPq e CAPES.

Referências

- [1] Cavazzuti L, Merlo A, Orlandi F, Campanini I. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture*. 2010; 32:290-5.
- [2] Wong Y. Recording the vastii muscle onset timing as a diagnostic parameter for patellofemoral pain syndrome: fact or fad? *Physical Therapy in Sport*. 2009; 10:71-4.
- [3] Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vastii recruitment when people with

- patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002; 83:989-95.
- [4] Rainoldi A, Falla D, Mellor R, Bennell K, Hodges P. Myoelectric manifestations of fatigue in vastus lateralis, medialis obliquus and medialis longus muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008; 18:1032-7.
- [5] Hedayatpour N, Arendt-Nielsen L, Farina D. Non-uniform electromyographic activity during fatigue and recovery of the vastus medialis and lateralis muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008; 18:390-6.
- [6] Ribeiro DC, Loss JF, Cañeiro JPT, Lima CS, Martinez FG. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2005; 13:189-93.
- [7] Holobar A, Zazula D. Correlation-based decomposition of surface electromyograms at low contraction forces. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 2004; 42:487-95.
- [8] Holobar A, Minetto MA, Botter A, Negro F, Farina D. Experimental analysis of accuracy in the identification of motor unit spike trains from high-density surface EMG. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2010; 18:221-9.